# MEMORIE METEOROLOGICHE

# MEMORIE
DI
# METEOROLOGIA
CHE RACCOLGONO
## FATTI DA PRIMA NON OSSERVATI
E
## LORO CONSEGUENZE TEORICHE

DEL DOTTORE

AMBROGIO FUSINIERI

PADOVA

PER F. A. SICCA F FIGLIO

1847

# PREFAZIONE

La scienza delle meteore, ch'è ancora nella infanzia, non può prendere il suo sviluppo finchè non viene studiata fuori delle città e dei fabricati, con assidue e ripetute osservazioni ed esperienze di giorno e di notte, in aperta campagna.

Dei fenomeni più comuni non sono ancora ben determinate le cause, e molti dei meno comuni sono ancora affatto misteriosi.

Si vedrà in questo Volume, che il fenomeno tanto comune della rugiada notturna restò inviluppato in una ipotesi illusoria ed erronea, che ha sedotti gli studiosi di gabinetto, e che fu coronata da una illustre Società scientifica. Si vedrà in quanti modi naturali e semplici io abbia dimostrato da un canto la dipendenza di quel fenomeno dalla evaporazione notturna del terreno, e d'altro canto quanto sia contraria ai fatti la supposizione, che dipenda da irraggiamento notturno del calore dei corpi. Ma tanta era la preoccupazione contraria, che non vi era evidenza bastante a farla cessare, sinchè finalmente, dopo lunghe discussioni, fu accordata la rugiada dipendente dalla evaporazione notturna; ma nello stesso tempo si voleva dare esistenza ad una seconda rugiada superiore, dipendente da quella ipotesi, senza liberarla dai fatti che vi sono contrarj.

Ho determinato con molti esperimenti, che nei vasi chiusi, massimamente se sono diafani, in virtù dei raggi del Sole, si accumula calore, per cui la temperatura è molto superiore a quella dell'ambiente: legge questa che serve a rendere ragione di molti fenomeni.

All'assorbimento della luce del Sole, che avviene nei vegetabili ed altri corpi, succede un genere di emissione, che produce effetti di calore maggiori di quelli dei raggi diretti: effetti ai quali è incapace il calore senza luce. Alla spiegazione di tali effetti non servono le teorie ricevute del calore. Tal è la sollecita scomparsa della neve attorno e sotto i vegetabili ed altri corpi, più che dove agiscono i raggi diretti.

Ne fu tentata la spiegazione per mezzo della bianchezza della neve con una nuova teoria fantastica di calore raggiante. Ma effetto analogo avviene su l'erba in caso di siccità, che non è bianca; sicchè la bianchezza non è necessaria, e non serve alla spiegazione. Inoltre una serie di mie sperienze fatte con corpi bianchi dimostrano erronea la spiegazione co'l mezzo della bianchezza della neve. In genere poi l'effetto è dovuto alla luce assorbita, e non al calore senza luce.

Come poi la luce assorbita lo produca, questo è ancora da determinarsi con precisione. Ricorrendo a' miei principj di mecanica molecolare, esposti nel primo Volume della mia Raccolta, ho ravvisato che le azioni molecolari prodotte dalla luce assorbita possono sviluppare il *calorico nativo*, di cui trattano quelle mie Memorie.

Altri numerosi effetti di quella mecanica molecolare ho rilevati al contatto dei corpi, principalmente metallici, con molecole di neve. Vi è sviluppo di un calorico fondente e volatilizzante; e tutto dipende dal principio sperimentale, che la tenuità della materia è accompagnata da sviluppo di una forza repulsiva, dalla quale procedono effetti calorifici, elettrici e chimici.

Ho raccolte infine alcune mie Note e Memorie intorno all' accennata ipotesi recente di calore, che lo suppone costituito da raggi intrinsecamente eterogenei; ipotesi resa complicatissima, ed anche incoerente a sè stessa, con sempre nuovi sogni teorici, ben lontani da quella semplicità che in tutto osserva la natura. I fatti che si pretende spiegare con quella teoria sono i soli meritevoli di considerazione; ma sono spiegabili invece con le diverse materie trasportate nei raggi di calore: principio questo da me stabilito sperimentalmente nel primo Volume di Mecanica molecolare, pag. 267, in séguito usato, e di recente confermato da altre sperienze del Prof. Zantedeschi.

Basteranno questi brevi cenni sopra gli oggetti principali di questo Volume, per mostrare di quale interesse possa riuscire per la scienza.

---

# Esperimenti ed Osservazioni di Meteorologia
## del Dott. Ambrogio Fusinieri.

(Memoria inserita negli *Annali delle Scienze del Regno Lombardo-Veneto* 1831, pag. 31 - 44, e pag. 92 - 207.)

### § I.

### Pochi progressi sinora fatti nella cognizione delle cause delle meteore.

Tutti i Fisici sanno che la scienza delle meteore è ancora nella sua infanzia. Lo sanno principalmente co'l confronto dei progressi che fanno ogni giorno le altre parti delle scienze naturali, mentre circa le meteore siamo ancora involti in grandi oscurità, e ben pochi principj possediamo per la spiegazione dei grandi fenomeni che si presentano nell'atmosfera.

Si sa in generale che le forze elettriche vi hanno una gran parte; ma come si sviluppino queste forze, come intervengano, quali leggi seguano in tanti diversi fenomeni, tutto questo è ancora oscurissimo.

Si sa, per esempio, che le aurore boreali sono fenomeni elettrici che agiscono su l'ago magnetico, producendo perturbazioni che non hanno leggi sinora determinate. Ma qual sorta di fenomeno elettrico è questo? D'onde trae la sua origine? Quale analogía vi è con gli effetti elettrici delle nostre machine, co' i fulmini, e con quell'altro poco che sapiamo circa la elettricità ordinaria atmosferica? Dove sono le due polarità elettriche o le due correnti, l' una positiva, l'altra negativa? Qual è in somma la modificazione delle due elettricità nelle aurore boreali? O non vi sono nè meno le due elettricità? Se le aurore boreali non sono effetti veramente elettrici, sono almeno effetti delle stesse forze della materia, che producono anche i fenomeni conosciuti sotto il nome di *elettrici*. Questo è tutto quello che si può dire; ma è sapere assai poco.

Tra i Fisici è introdotto il costume di chiamare *elettricità* anche tutto quello che ha un'analogía lontana ed oscura co' i fenomeni elettrici bene distinti e determinati; cosicchè con quella parola *elettricità* tante volte si vuole spiegare quello che non s'intende.

Non ha guari da un Giornale Americano fu detta qualche cosa di molto verisimile circa l'aurora boreale, facendola derivare da un sollevamento di materie ponderabili attenuate nell'atmosfera (*Bibliothèque Universelle*, Mars 1830, pag. 283): il che è conforme a quanto risulta dalle mie osservazioni, di aver trovata la materia ponderabile attenuatissima e in istato d'incandescenza e di combustione nelle scintille elettriche delle nostre machine e nei fulmini.

Ma è ancora assai generico e vago questo modo di spiegare quel fenomeno elettrico, o semi-elettrico, o affine all'elettricità. Sono necessarie delle osservazioni su i luoghi dove le aurore boreali si generano. In Isvezia e in Norvegia alcuno ha creduto d'essersi trovato avviluppato nella materia delle aurore boreali. Viene riferito ch'era a guisa di nebbia di color grigio-biancastro, con tinta verde, la quale produceva sensazioni moleste ed assai strane di freddo e di odori, con respirazione angustiata (*Bibliothèque Universelle*, Août 1826, pag. 266).

Tutto ciò conferma che le aurore boreali siano costituite da materia ponderabile; ma è sapere assai poco.

Bolidi se non cadono, aeroliti se cadono, stelle filanti o cadenti se sono assai lontane, sono tutti fenomeni simili fra loro, che si riferiscono ad una stessa causa. Intervengono ancora forze elettro-chimiche, come lo indicano le infiammazioni e le detonazioni. Ma quale mistero non è questo della genesi di tali corpi nell'atmosfera? La esistenza nell'aria di materie straniere alla sua chimica costituzione, ed anche al suo stato igrometrico, atte alla composizione di que' corpi, è più che dimostrata. Ma come avviene la condensazione di tali sostanze, da prima rarefatte, allo stato di vapore, o pur anche tanto diradate da non potersi chiamare nè pure vapori? Quali sono le forze elettriche, o simili alle elettriche, o dipendenti da quel principio attivo della materia, dal quale sorgono anche le due elettricità, che riuniscano sostanze così diradate e sparse, per formare gli aeroliti con nembi, infiammazioni e detonazioni? Tutto ciò è affatto ignoto.

Ed è tanto ignoto, che alcuno parlò invece ultimamente in favore della vecchia ipotesi, che gli aeroliti siano satelliti o costanti o eventuali della Terra, chiamandoli *comete planetarie,* senza rendere ragione nè delle code luminose, nè delle infiammazioni, nè dei nembi che li circondano e dai quali escono, nè delle detonazioni che accompagnano la loro caduta (*Annales de Chimie et de Physique*, Avril 1830, pag. 351).

Alle volte cadono piogge e nevi colorate in rosso, le quali vie più accusano la presenza nell'atmosfera di sostanze attenuatissime. Il colore rosso delle nevi, secondo le osservazioni microscopiche, è dovuto ad átomi fungosi vegetabili; e, secondo alcuni, anche ad animaletti microscopici (*Bibliothèque Universelle,* Octobre 1829, pag. 172). Ecco un altro grande mistero.

Anche senz'aqua cadono polveri costituite da terre e metalli, principalmente dal ferro, le quali in quanto alla natura chimica non differiscono molto dalle pietre meteoriche. Alle volte la caduta delle polveri fu accompagnata anche da pietre.

Ricorrendo alle antiche memorie, si trovano casi affatto straordinarj, siccome Chladni li riferisce. Insieme con le piogge rosse cadde spesso della materia simile al sangue congelato. In séguito a tempesta terribile cadde una sostanza fibrosa simile ai capelli umani. In altro tempo e in altro luogo cadde una sostanza fibrosa simile alla seta azurra. In varie epoche e in molti luoghi caddero materie gelatinose e viscose. È caduta persino una sostanza membranosa nerastra simile a fogli di carta semi-abbruciati.

Ecco altri fenomeni assai misteriosi, i quali mostrano quanto poco siamo avanzati nella cognizione di ciò che si genera e può generarsi nell'atmosfera.

Tutto ciò basta però a farci comprendere che l'atmosfera è un emporio di sostanze straniere alla sua chimica costituzione di ossigeno ed ázoto, ed anche all'aqua che contiene, le quali nello stato loro di tenuità e di volatilizzazione sfuggono ai nostri sensi, ed anche alle analisi chimiche, a causa della grande rarefazione.

Ancora nelle trombe hanno luogo azioni straordinarie delle forze elettriche o affini alle elettriche, o di quel principio attivo della materia che dà origine anche alle due elettricità. Quelle di terra sono accompagnate da fenomeni ignei, da combustioni centrali e da fulminazioni. Assorbono l'aqua, e generano alle volte la gragnuola. Anch'esse medesime si risolvono in meteore luminose. Spargono odori solforosi e nitrosi. Dunque non sono costituite di sola aria; ed ecco ancora la materia ponderabile, che in istato di suo attenuamento svolge le forze proprie, e genera, oltre gli effetti chimici, dei movimenti vorticosi violentissimi. Ma qual è la modificazione o delle due elettricità, o del principio comune alle due elettricità, che genera questi effetti? Niuno è al caso di rispondere.

I terremoti procedono certamente da grandi cangiamenti chimici sotterranei, ai quali spesso succedono eruzioni vulcaniche. Gli effetti osservati non ha molto di un terremoto sotto-marino tolgono su ciò ogni dubio (*Annales de Chimie et de Physique,* Décembre 1829, pag. 416). Ecco anche nei terremoti sviluppo di azioni elettriche, perchè queste azioni accompagnano sempre o come causa o come effetto i chimici cangiamenti.

Alcuno ha creduto, con appoggio di fatti, che questi interni cangiamenti possano procedere da irruzioni di correnti elettriche dell'aria nelle viscere della Terra (l. c. pag. 410). Ma questa idéa è molto vaga ed oscura. Non vi è forse elettricità nell'interno della Terra, se anzi si considera il serbatojo universale?

Alle volte dopo i terremoti appariscono globi di fuoco nell'aria. Ecco anche i terremoti posti in rapporto con le meteore. Ma in che consiste questo rapporto? Qual è il mezzo di connessione fra l'interno e l'esterno? Si risponderà: la elettricità. Ma questo è dir niente, quando si prescinde dalle scariche elettriche, le quali tendono a ristabilire un equilibrio con la Terra.

Gli aloni, i parelj, meteore luminose, adorne anche di colori che si presentano allo spettatore attorno al Sole ed alla Luna, sono altri fenomeni singolarissimi, che procedono da disposizioni straordinarie dei vapori, e dalle cause generali della decomposizione della luce; cioè da inflessioni, rifrazioni, ed anche da azioni simili a quelle delle lamine sottili su la luce: azioni queste ultime differenti dalle altre due, e ancora affatto misteriose, nulla rischiarandole le parole di *accessi,* di *facile riflessione* e di *facile trasmissione,* usate da Newton. Alcuno ha inteso di spiegare gli aloni con le azioni su la luce di molecole aquose, liquide o gelate, sospese nelle alte regioni dell'atmosfera, assegnando loro delle disposizioni straordinarie, atte a produrre l'effetto. Se la cosa è così, resta sempre ignota la cagione di quelle straordinarie disposizioni dei vapori, atte a produrre il fenomeno. Forsechè tali modificazioni e disposizioni delle molecole dei vapori procedano ancora da forze elettriche, o loro affini: ma come agiscono in quei casi tali forze?

Meteore luminose che si presentano di quando in quando in ogni clima sotto forme passeggere, senza apparenze di cangiamenti chimici e senza segnali di elettricità, sono assai varie, spesso non più vedute, e tutte misteriose. Non si può dubitare che non procedano da sostanze straniere all'atmosfera in istato di grande tenuità e d'incandescenza, giacchè la presenza di tali sostanze è dimostrata da tanti altri fenomeni; ma null'altro si può dire.

Rivolgendo il discorso ai fenomeni più ordinarj, la formazione della grandine, come accompagnata da scariche elettriche fra le nubi, dove ha origine, si considera un effetto della stessa elettricità; ma il come è ancora ignoto. Il meglio che sia stato detto è, che proceda dal freddo causato dalla elettricità rarefacendo l'aria; ma non sempre vi è grandine nelle stesse circostanze, e la densità delle nubi, da cui scaturisce, è un fatto contrario alla supposta rarefazione.

Chi l'ha fatta dipendere, senz'azione elettrica, da una supposta evaporazione delle nubi alle superiori superficie, che generi raffreddamento, facendo che vi siano vapori di vapori, non ha avvertito che per tal modo vi sarebbe grandine da ogni nube, e in tutte le stagioni; e non ha avvertito che i supposti ghiaccioli così formati discendendo si sgelerebbero, in luogo d'ingrossarsi.

Chi ha fatto dipendere la grandine unicamente dalla mescolanza dell'aria calda con la fredda, e da una conseguente condensazione dei vapori contenuti nella prima fino alla congelazione, non ha poi assegnate le cause nè della mescolanza delle due arie, nè dei supposti venti contrarj, nè della genesi locale dei temporali in ispazj alle volte molto angusti, nè dei loro trasporti e delle loro disipazioni; nè spiegò come vi siano congiunti gli effetti elettrici delle fulminazioni, e meno ha reso ragione del colore nerastro di queste nubi cariche di elettricità, dalle quali procedono grandine e fulmini insieme.

Alle volte furono trovati dei piccoli aeroliti nei grani di tempesta anche di forma cristallina; altra volta da una di quelle nubi nere è caduta una pietra meteorica. Ecco prove di analogía tra la formazione della gragnuola e quella degli aeroliti: analogía, la quale come sembra escludere definitivamente da un canto la ipotesi dei satelliti cometarj rispetto agli aeroliti, così sembra escludere d'altro canto la ipotesi, che la gragnuola proceda dalla semplice mescolanza di aria fredda con aria calda. Non è nè pur chiaro come nei temporali si formino quelle fulminazioni che si odono e si vedono fra le nubi. Non è sufficiente il supporre due nubi elettrizzate in opposto. L'equilibrio dovrebbe ricomporsi lentamente per lo spazio intermedio da una nube all'altra, il quale non dee mancare di umidità conduttrice. Le nubi non hanno superficie unite, come quelle dei conduttori delle nostre machine, perchè vi possa risedere nello stesso modo la elettricità, o perchè possa nello stesso modo scaricarsi in un solo punto sopra un'altra superficie. Che se si vuole che la elettricità risieda invece alla superficie degl'infiniti globuli che compongono la nube, qual è la cagione per cui fra masse costituite da parti così disgregate si forma istantaneamente in un solo luogo un grande cumulo di materia elettrica, o sia una grande scintilla che si slancia a *zig-zag*? Quali sono le forze che fanno descrivere a quella materia una trajettoria per serie di angoli?

Dopo che mi è accaduto di trovare la materia ponderabile nelle scintille elettriche delle nostre machine in istato di grande divisione, d'incandescenza e di combustione, ho trovata la materia ponderabile anche nei fulmini, massimamente il ferro, esaminando le tracce che lasciano uei loro passaggi pe' i corpi: tracce che il vulgo osservava imperfettamente, mentre i Fisici non vi prestavano quasi niuna attenzione (vedi il *Giornale di Fisica, Chimica ec. di Pavia* degli anni 1826-1827, e *Annali delle Scienze* 1831, e Vol. II. pag. 11-49). Quindi ho reso ragione facilmente anche del colore nerastro e della densità delle nubi dei temporali; cioè perchè, oltre l'aqua, contengano anche zolfo, ferro, e le altre sostanze che costituiscono poscia, in istato d'incandescenza e di combustione, le correnti fulmínee. Allora ho anche concluso, che le scintille elettriche delle nostre machine e i fulmini non erano più quel fluido elettrico purissimo che si supponeva, senza imbarrazzarsi troppo di sapere come vi fossero associati gli altri due imponderabili calore e luce.

Per non abbandonare le antiche ipotesi, fu supposto che la materia da me trovata nelle scintille delle machine e nei fulmini fosse trasportata mecanicamente dal fluido o fluidi elettrici. Io non mi difonderò qui su tale questione. Soltanto dirò quello che ho detto altre volte nel citato *Giornale di Pavia*, ed anche posteriormente nell'altro pure cessato del nob. sig. Da-Rio di Padova: che, secondo altre mie sperienze numerosissime, la materia ordinaria attenuata possede già forze proprie per moversi in quella forma senza il soccorso di sostanze straniere che la trasporti; e che per ammettere, dopo quanto ho trovato nelle scintille elettriche e nei fulmini, uno o due fluidi elettrici diversi dalla materia ponderabile, bisogna trovarli isolati

da questa. Ma io credo invece che i nostri posteri rideranno non solo di questi, ma anche di tutti gli altri imponderabili.

Passando ad effetti ancora più ordinarj, che non sono i fulmini e la grandine, si spiega bensì sufficientemente la genesi delle nubi, o sia l'addensamento dei vapori, con la mescolanza di aria fredda con calda; ma è poi sempre questa la sola causa? Non siamo ancora giunti a conoscere nè la causa della sospensione delle nubi in aria contro la legge della gravità specifica, nè la causa della loro risoluzione in pioggia.

Non è ancora deciso se i globuli aquosi, che costituiscono le nubi, siano pieni o vuoti. Per farli ascendere e sostenere in aria furono imaginate correnti ascendenti dalla Terra che li trasportano, senza determinare in che consistano tali correnti. Se si parla delle correnti ascendenti d'aria, queste di notte non vi sono: e pure anche di notte vi sono nubi sospese. Alcun altro invece ha detto che i raggi solari riscaldando le molecole dei vapori, le mantengono specificamente più leggiere dell'aria diafana, che non si riscalda pe'l passaggio dei raggi; dimenticandosi che vi sono nubi sospese anche di notte. Finalmente fu supposta anche una repulsione elettrica fra la Terra e le nubi, dimenticandosi che restano sospese anche le nubi dotate di elettricità opposta a quella della Terra, come sono appunto quelle che scaricano i fulmini, le quali devono essere attratte invece che respinte.

Egualmente ignorasi la causa precisa della risoluzione delle nubi in pioggia. È certamente necessaria la sottrazione del calorico latente; ma chi la fa, e come? Anche qui si concepisce in confuso che dee intervenire un'azione elettrica, o simile; ma non si sa determinare finora la qualità e il modo di tale azione.

Eravamo così poco avanzati nelle cognizioni circa il fenomeno tanto comune della pioggia, che solamente da alcuni anni addietro fu avvertito che la pioggia cadendo cresce; sicchè nello stesso luogo se ne raccoglie di più, quanto più basso è il recipiente. Da principio si è divagato, come al solito, circa la causa; finalmente fu ammessa la naturale spiegazione, che le gocciole cadenti venendo da una regione più fredda dello strato inferiore d'aria, devono associare a sè stesse, trapassando, i vapori che incontrano.

Nello stesso modo deve ingrossarsi anche la grandine nell'atto di cadere: il che è confermato dalla osservazione, che i grani sono molto più piccoli su le sommità delle montagne di quello che nelle pianure all'intorno (*Bibliothèque Universelle*, Août 1830, pag. 366). Ma resta da sapere come in quelle successive aggregazioni si formino strati alterni di gelo continuo e trasparente, e di molecole disgregate a guisa di neve, che formano strati bianchi opachi, oltre il nucleo.

La esistenza nelle aque di pioggia, massimamente in quelle dei temporali, del ferro, del manganese, dei nitrati, ed anche di sostanze organiche, è una prova ancora più generale di tante altre della esistenza nell'atmosfera di sostanze fisse, che non sono più tali in istato di grande divisione; e sono quelle appunto che ho trovate nelle tracce dei fulmini. Procedono certamente dalle montagne, dove appunto hanno origine i temporali. In istato di attenuamento hanno forza di sollevarsi in alto insensibilmente, e poscia hanno forza di precipitarsi al basso riunite in istato d'infiammazione e di correnti fulminee. Si dirà che questi sono effetti del fluido o fluidi elettrici che le trasportano; ma le mie osservazioni di mecanica molecolare provano che la materia attenuata ha forze proprie di espansione, di successiva riunione e di trasporto. E non essendo provata la esistenza di fluidi elettrici distinti dalla materia ordinaria, bisogna invece dire che quelle sostanze esistenti nell'aria, e costituenti in certi casi le scintille fulminee, entrano essenzialmente a costituire anche la elettricità atmosferica diradata, silenziosa ed insensibile fuorchè a delicati strumenti, la quale poi è sorgente di tanti variati fenomeni in virtù di modificazioni ignote, e di azioni ancora sconosciute della forza primitiva inerente alla materia ponderabile.

La temperatura e i raggi del Sole hanno certamente grande influenza in quelle modificazioni ed azioni, senza potere ancora conoscere in che consistano tali influenze. Quindi non sapiamo spiegare le grandi differenze che passano fra le stagioni fredde e le calde nella disposizione delle nubi, e nei cangiamenti atmosferici di venti, di temporali e di piogge. Infine fra i grandi misteri vi è ancora quello della mutazione della pressione atmosferica, quale ci viene dimostrata dai barometri.

Anche la formazione della rugiada, e la sua adesione ai corpi più o meno, secondo la diversa loro natura, è un argomento su'l quale, dopo che fu tanto scritto, versiamo ancora in grandi oscurità.

Per lungo tempo si fece la questione se ascendesse o discendesse. Wells ha preteso dimostrare con le sue sperienze che non ascenda, nè discenda; ma che si formi su'l luogo con la condensazione dei vapori atmosferici alle superficie dei corpi che si raffreddano per irraggiamento del calorico nello spazio celeste.

Questa teoría, assai seducente per la sua semplicità, non basta a rendere ragione di tutti i fenomeni che

presenta la rugiada nella sua formazione e nella sua adesione ai corpi; anzi da molti fatti è contradetta apertamente. Soggiornando io in campagna, ebbi occasione di osservare molti fatti contrarj a quella teoría, che ho registrati, ma non ancora publicati. Fra tanti accennerò quì solamente quello dell' absenza assoluta della rugiada ad una certa altezza molto variabile, ma che d'estate trovai essere soltanto fra i 25 e i 30 piedi dalla superficie del suolo. In altre stagioni si trova la rugiada a maggiori altezze; ma vi è sempre un límite, non molto distante dal suolo, oltre il quale manca assolutamente. Da molte osservazioni mi è risultata invece veritiera la opinione più comune, che la rugiada nella sua formazione altro non sia che una condensazione del vapore ascendente dalla terra e dai vegetabili pe 'l freddo dello strato inferiore d'aria in absenza dei raggi solari. Riguardo poi alla sua adesione ai corpi, le stesse osservazioni mi hanno indicato che sia un effetto elettrico, usando questa espressione nel senso lato che le vien dato comunemente.

L'atmosfera è dunque ancora per noi un emporio di misteri. Le cognizioni che si acquistarono con esperimenti nei Gabinetti di Fisica sono ancora barlumi troppo deboli di quello che la natura opera in grande sopra il nostro capo, ed anche a noi d'intorno.

Nulladimeno molte belle cognizioni hanno acquistato i Fisici in aperta campagna, e co 'l mezzo dei viaggi.

Fu scoperto il decremento di temperatura dell'aria dal basso in alto nelle ore più calde del giorno; e il rovescio di notte, e nelle prime ed ultime ore del giorno, fino a certa altezza. Trovate le temperature medie e le oscillazioni medie diurne del barometro in molti luoghi, furono tracciate delle linee isoterme e delle linee isobarometriche; fu anche trovato che i cangiamenti barometrici irregolari sono pressochè uniformi per grandi estensioni. Si scoprirono le oscillazioni diurne dell' ago magnetico. Si trovò che la intensità della forza magnetica cresce inversamente alla temperatura, mentre alcuno annunziò l'altro effetto in apparenza contrario, che l'azione dei raggi solari aumenta le forze delle calamite. Furono determinati per approssimazione quattro poli magnetici su la Terra. Con la riunione di alcuni punti fu tracciato un equatore magnetico; ma poscia si trovarono mobili gli stessi punti.

Sono queste certamente belle cognizioni di date non molto rimote; ma sono ancora maggiori le speranze di futuri progressi.

Fratanto la nostra mente è ancora circondata da tenebre in quella stessa atmosfera che porge continuo alimento alla nostra vita, e dove la luce del Sole e degli astri ci appalesa tante meraviglie più lontane, sottomesse anche al dominio dei nostri calcoli. Cosicchè mentre le cose lontane sollevano la nobiltà del nostro intelletto verso l'Autore delle cose, le vicine non servono che ad umiliare il nostro orgoglio.

Ciò premesso, esporrò con la dovuta umiltà il sunto di alcune mie osservazioni meteorologiche, le quali sono alquanto fuori dell'ordinario. Da lungo tempo le ho registrate e detagliate con tutta la esattezza che mi fu possibile. Adatterò i risultamenti ai límiti che sono permessi da questo Giornale.

## § II.

## Temperatura di giorno nei vasi chiusi molto superiore a quella dell'ambiente, massime se sono diafani, ed esposti ai raggi diretti del Sole.

In occasione di fare alcuni sperimenti assai delicati, che importavano la previa esplorazione della precisa temperatura dell'interno di piccoli vasi o bicchieri di vetro, mi sono accorto che immergendovi il termometro, ascendeva e si manteneva circa un grado più alto di un altro al di fuori, e che questo effetto era costantissimo. Quei vasetti aveano, per esempio, un pollice e mezzo di altezza, e un pollice e un quarto di diametro.

In séguito ho fatte molte sperienze di confronto fra la temperatura interna di vasi diafani chiusi, pieni soltanto d'aria, esposti alla luce, e la temperatura dell'ambiente. Mi è risultato che in quei vasi la temperatura era molto superiore, e che la differenza era pressochè costante in tutte le stagioni. Ho fatti gli sperimenti tanto su 'l terreno, quanto sovra un piano orizontale di pietra all'aperto, alto da terra quattro piedi circa, quanto sopra la finestra di una casa esposta a mezzogiorno; e i risultamenti furono pressochè eguali.

Io copriva dei termometri con campane di vetro che combaciavano bene co 'l piano sottoposto, e vi erano a lato altri termometri scoperti di confronto. Trovandosi il tutto esposto ai raggi diretti del Sole, i termometri sotto le campane di vetro si riducevano sempre più alti degli scoperti di 10°, 12°, ed anche 15°, secondo le dimensioni delle campane e secondo le loro grossezze. Per esempio, mentre il termometro scoperto

segnava + 20°, quelli coperti segnavano + 30° + 33° + 35°. Le campane erano delle ordinarie ad uso della machina pneumatica, cioè di sette pollici circa d'altezza, con l'apertura di quattro pollici circa di diametro.

La grossezza influiva per modo, che dentro le più sottili il termometro ascendeva di più che dentro le più grosse; e in quelle di grossezza media ascendeva ancora più, che dentro le più sottili.

Adoperai anche una campana più grande e più grossa delle suddette ordinarie, alta nove pollici e nove linee, e larga in bocca cinque pollici e mezzo. Il confronto ha mostrato che sotto questa campana maggiore il termometro per l'azione dei raggi solari ascendeva da due a quattro gradi di più che nelle altre.

Ho fatto uso anche di campana minore delle ordinarie, ma presso a poco della stessa grossezza. Era alta cinque pollici e quattro linee, e larga in apertura un pollice ed otto linee. Il confronto con le altre ha mostrato che sotto la campana minore il termometro ascendeva o egualmente o qualche grado di meno che nelle medie; e quindi sempre meno che nella campana maggiore.

Ho esposto ai raggi del Sole tre termometri: uno scoperto, un secondo chiuso in un tubo di vetro che gli serviva di custodia, e un terzo coperto con campana di vetro delle suddette ordinarie. Il secondo si manteneva 4°, 5 più alto dello scoperto, e quello sotto la campana sorpassava lo scoperto di 9°, 5.

Adoperando una delle piccole campane, la quale aveva in alto un'apertura con diametro la metà circa della base, un termometro dentro sospeso ascendeva per l'azione dei raggi solari di 8° sopra un altro scoperto, mentre un terzo termometro dentro una campana chiusa delle ordinarie sorpassava lo scoperto di 10°.

Singolare poi è, che coprendo con lastra di vetro l'apertura in alto di quella campana minore, il termometro dentro sospeso non ascendeva ulteriormente dal límite a cui si era ridotto che tutt'al più mezzo grado, ed anche assai lentamente: sicchè si riduceva a 8°, 5 più dell'altro; e scoprendo di nuovo l'apertura della campana, ritornava la differenza di 8°.

Ho provato più volte a tener sospeso un termometro dentro una campana delle suddette ordinarie, collocandola con l'apertura in alto, essendovi di confronto, come al solito, un termometro affatto scoperto, il tutto esposto ai raggi del Sole. In questo caso il termometro dentro la campana ascendeva soltanto 1°, 2°, 3° più dell'altro. Quantunque fossi certo che la convessità delle campane ordinarie non poteva influire a produrre l'effetto dell'accumulamento interno del calore, pure per togliere ogni dubio che altri potesse concepire, ho fatto costruire delle campane parallelepípede a cinque lastre di cristallo; e ripetuti gli sperimenti, ho trovato che anche in queste si accumulava il calore presso a poco come nelle campane ordinarie. Ebbi dunque i seguenti risultati.

Che dentro campane di vetro al Sole un termometro segna in tutte le stagioni da 10° fino a 15° più che un termometro esterno. Che la differenza è affatto indipendente dalla influenza di agitazioni dell'aria su'l termometro esterno, perchè lo stesso avviene anche ad aria tranquillissima; e perchè le piccole agitazioni dell'aria tutt'al più producevano su'l termometro esterno l'abbassamento di uno o due gradi. Ho sempre schivato di fare gli sperimenti quando era vento.

Che la maggiore grossezza e le maggiori dimensioni della capacità della campana aumentano quella differenza, ma soltanto fino ad un certo límite da determinarsi. Che se la campana in alto non è affatto aperta, si mantiene ancora presso a poco la stessa differenza fra il termometro interno e l'esterno. Che se il vaso in alto è affatto aperto, non vi è più tanta differenza; ma che pure ancora il termometro interno si mantiene di alcuni gradi più alto dell'esterno.

Ho ripetuto questi sperimenti all'ombra, nei giorni coperti e di notte. All'ombra e nei giorni coperti in aperta campagna, e sopra il terreno, i termometri dentro campane di vetro erano ancora più alti degli esterni, ma soltanto di 3° o 4°. Di notte poi in aperta campagna e su'l terreno non ho trovato alcuna differenza fra i termometri sotto campane di vetro e quelli scoperti, quando l'aria era tranquilla; e nè pure allo splendore della Luna: il che è conforme agli sperimenti fatti con gli specchi ustorj, che i raggi della Luna concentrati non dánno verun segno di calore.

Per vedere la differenza dell'effetto fra i recipienti diafani e gli opachi ho adoperata una campana di latta o ferro bianco, che aveva dimensioni eguali a quelle delle campane ordinarie di vetro, riferite di sopra. Io copriva con questa campana un termometro, con altra campana di vetro di eguali dimensioni ne copriva un secondo, e vi era a lato un terzo termometro scoperto: il tutto essendo esposto ai raggi del Sole. Il termometro sotto la campana di vetro ascendeva, come al solito, sopra lo scoperto. Quello sotto la campana opaca di metallo ascendeva ancora di alcuni gradi sopra lo scoperto; ma sempre meno dell'altro, ch'era sotto la campana diafana. In questi sperimenti di confronto fra le campane diafane e le opache trovai delle

notabili differenze da una stagione all'altra. Per esempio: nel mese di Giugno 1826, mentre il termometro coperto con campana di vetro ascendeva dai 13° ai 16° più alto dello scoperto, quello sotto la campana di metallo non superava lo scoperto che dai 3° ai 5°. Ma nel mese di Novembre 1830, mentre il termometro sotto la campana di vetro era 10° più alto dell'esterno, quello sotto la campana di metallo era dai 7° agli 8° più alto dello stesso esterno.

Anche all'ombra e nei giorni coperti il termometro sotto la campana di metallo era di qualche grado superiore all'esterno; ma sempre inferiore al termometro coperto con campana di vetro. Cosicchè in generale tanto ai raggi diretti del Sole, quanto ai raggi della luce difusa, vi erano sempre le tre diseguali temperature, delle quali la media era dentro la campana di metallo, e la maggiore era dentro la campana diafana.

Nelle occasioni degli sperimenti che quì espongo in succinto ho anche osservato, che in aperta campagna la temperatura dell'aria o al Sole o all'ombra non dura mai esattamente costante nè pure per molti minuti. Le piccole oscillazioni dei termometri scoperti per frazioni di grado sono quasi continue. La più piccola agitazione dell'aria appena sensibile li fa discendere prontamente di uno o due gradi, e con la stessa prontezza rimontano. Alle volte discendono di mezzo grado o di un grado senza che siavi alcuna sensibile agitazione di aria, la quale per altro deve in qualche grado esistere per produrre quell'effetto.

## § III.

### Cause degli effetti esposti al § II., e conseguenze che derivano da questi.

Dal complesso dei fatti esposti si presenta a prima vista, che la impedita circolazione dell'aria attorno i termometri sia una causa del loro alzamento in vasi chiusi. Ma, riflettendo a tutte le circostanze, si trova che questa causa non può essere la sola.

I raggi del Sole non riscaldano che assai poco l'aria trapassandola; come riscaldano poco il vetro e gli altri corpi diafani, benchè densi. L'aria non si riscalda che in contatto dei corpi i quali intercettano i raggi solari, ricevendo da quelli il calore. Questa è la causa del decremento di temperatura dal basso in alto nelle ore del giorno.

L'aria riscaldata in contatto di un corpo ascende e si rinova. Quindi accade per questa via una continua sottrazione di calore da un termometro esposto all'aperto, nell'atto stesso che di continuo ne riceve di nuovo dai raggi diretti o indiretti del Sole. Di più, l'aria attorno lo strumento si rinova anche per insensibili agitazioni dipendenti dalla estrema sua mobilità; ed è questa un'altra causa di sottrazione pressochè continua di calore. Di fatto se l'agitazione è sensibile, il termometro discende da un momento all'altro di uno o due gradi.

Quando il termometro è coperto con campana di vetro, viene percosso da minore quantità di raggi; ma d'altro canto l'aria riscaldata in contatto d'esso, del suo sostegno e del piano sottoposto, è impedita di rinovarsi: quindi il calore si accumula. La sottrazione per la rinovazione dell'aria in tal caso non avviene che al contatto esterno del vaso di vetro; ma essendo cattivo conduttore del calore, tratiene quello interno accumulato sino ad un certo limite.

Sembra però che questa sola causa non possa importare tutta la differenza osservata di 10° e di 15° fra un termometro scoperto ed altro coperto con la campana. Vi sono anche le seguenti ragioni di non poterlo credere. Nella campana con l'apertura in alto era pur libera l'ascensione dell'aria riscaldata in contatto del termometro: e pure, quantunque una parte dei raggi fosse intercettata dal vetro, il termometro interno si manteneva più alto dell'esterno anche di 3°.

Di più: in altra campana, ch'era semi-aperta in alto, il termometro si manteneva di 8° più alto che l'esterno; e non cresceva che di mezzo grado, ed anche assai lentamente, quando veniva chiusa quell'apertura. Sicchè in questo caso era pressochè lo stesso, fosse o non fosse aperta la uscita all'aria riscaldata in contatto dello strumento.

Ho provato a coprire di panno nero il piano bianco di pietra, su'l quale era solito fare gli sperimenti, per impedire la riflessione dei raggi dentro la campana, e per aumentare il calore della base; ma non ho trovata notabile differenza nei segni dei termometri. E pure in questo caso vi doveva essere maggiore quantità d'aria riscaldata per contatto; e se l'effetto osservato dipendesse soltanto dal tratenimento di questa, sarebbe riuscito sensibilmente maggiore.

Dunque altre cagioni diverse dalla mobilità dell'aria in contatto dei termometri devono concorrere a farli ascendere in vasi chiusi. Non si può pensare che la convessità della campana facia concentrare i raggi al di dentro, perchè i raggi emergenti dalla concavità interna devono essere pressochè paralleli agl'incidenti, e perchè ottenni lo stesso effetto con campane parallelepípede. Si deve invece ritenere, che il calore dei raggi del Sole entrando pe'l vetro, perda della sua forza raggiante, e trovi quindi più difficoltà ad uscire. Ciò è conforme a quanto trovò Richtie, che il calore raggiante dopo di avere passato un corpo diafano, più difficilmente passa per un secondo, ancora più difficilmente per un terzo, e così di séguito.

Per analogía anche la forza raggiante della luce deve indebolirsi passando per corpi diafani: forse con ciò una parte si trasforma in calorico; siccome di tale trasformazione abbiamo tante altre prove. Ed è forse questa anche la causa delle rifrazioni, secondo l'antica dottrina delle resistenze.

Anche sotto campana opaca di metallo, esposta ai raggi del Sole, il termometro ascendeva di più gradi in confronto dell'esterno, benchè molto meno che dentro campana diafana. In questo caso non entrava al di dentro calore raggiante; vi entrava per solo contatto: ed era molto libera la trasmissione dalla superficie esteriore alla interiore, e viceversa, per essere il metallo buon conduttore. E pure il fatto mostra che vi era accumulamento di calore anche dentro la campana di metallo.

La trasmissione di calore per contatto dal metallo all'aria doveva essere più facile alla superficie esterna, dov'era libera la circolazione, e dove la sottrazione per la rinovazione dell'aria era continua. Se, ad onta di questo, la temperatura interna si manteneva più alta, ciò prova che anche per trasmissione di contatto era più facile l'ingresso che la uscita; e che quindi il calore perde della sua forza anche in tale suo movimento nel passaggio pe'i corpi.

Il risultato degli esposti sperimenti può somministrare dei nuovi principj circa la distribuzione del calore nell'interno dei corpi.

Comunque siano le cause, il fatto è che il calore di giorno si accumula in vasi chiusi, principalmente se sono diafani. Similmente deve accumularsi nelle porosità dei corpi, e più nelle porosità dei corpi diafani o semi-diafani, che in quelle degli opachi. Dunque non vi è di giorno fra i corpi e l'aria, nè fra i diversi corpi, quell'equilibrio di temperatura che si supponeva.

Massimamente se sono esposti ai raggi diretti del Sole, la interna temperatura (essendo tutti porosi) dev'essere superiore di molto a quella dell'aria. Le sole superficie si pongono in equilibrio con quella. L'azione continua dei raggi impedisce che l'equilibrio si stabilisca anche nell'interno.

Quindi anche si comprende come il calore si accumuli nei fabricati co'l mezzo dei muri e dei vetri.

Posto che un termometro dentro un tubo di vetro che gli serviva di custodia, e del diametro del suo bulbo, segnava quattro gradi e mezzo più di un altro termometro fuori della custodia, trovandosi esposti entrambi egualmente ai raggi del Sole; io dico che per la stessa ragione, se si facia astrazione dal vetro che chiude il mercurio, un termometro di solo mercurio sarebbe ancora più basso; e che nè pur questo segnerebbe la vera temperatura dell'aria, perchè anche dentro corpi opachi il calore si accumula. Dunque i termometri comparabili servono a stabilire un rapporto, e non uno stato di equilibrio, almeno di giorno, della temperatura dell'aria con quella delle materie di cui sono composti.

Secondo questi principj riesce facilissima la spiegazione di quanto fu osservato nella Siberia, che a temperature molto basse, cioè al di sotto di 10°, i termometri ad alcool non vanno più d'accordo con quelli a mercurio; di modo che mentre un termometro a mercurio segnava 30°, un altro ad alcool segnava 28°, (*Bibliothèque Universelle,* Novembre 1829, pag. 160). Nell'alcool, come corpo diafano, il calore procedente dall'azione dei raggi del Sole deve accumularsi di più che nel mercurio, corpo opaco; e la differenza divenne sensibilissima a quelle basse temperature. Il fatto osservato nella Siberia è una conferma delle attuali mie deduzioni tratte dagli sperimenti.

Si dirà dunque che nell'interno del ghiaccio la temperatura dovrebb'essere maggiore che alla superficie? Appunto dev'essere così in tutte quelle cavità che contrae. Di fatto il Dott. Brewster osservò in quelle cavità o aria o aqua non gelata anche a temperature assai basse (*Bulletin de Ferussac*, Sect. I. Juillet 1829, pagina 48).

## § IV.

## Effetti che devono succedere alla notte per l'accumulamento del calore di giorno nei corpi, e loro influenza nella formazione della rugiada.

Il calore accumulato di giorno nel terreno sino a certa profondità nei vegetabili e in tutti i corpi, declinando il Sole e venendo a cessare l'azione continua de' suoi raggi, che manteneva quello stato, deve tendere all'equilibrio con l'ambiente. Nell'uscire dalla terra e dai vegetabili dee portare con sè l'umidità, e quindi si formano i vapori notturni.

Nello stesso tempo come di giorno si riscalda l'aria in contatto del terreno, dei vegetabili e di tutti i corpi, e riscaldata ascende, lasciando luogo all'aria più fredda in alto di discendere; così cessando l'azione riscaldante dei raggi del Sole, l'aria fredda, ch'è già discesa, non si riscalda più: quindi lo strato inferiore d'aria è il più freddo. I vapori formati dal calore accumulato che esce, trovano quell'aria fredda, si addensano, e formano la rugiada.

Questo effetto è simile a quanto ho provato più volte anche di giorno nella stagione estiva, e che chiunque può sperimentare. Stando al Sole in campagna, e trovandomi riscaldato ad un grado però non eccessivo, io non sentiva sudore su'l mio corpo; ma ritirandomi in casa, tosto un sudore leggiero mi copriva. La causa della differenza è chiara. Finchè mi trovava al Sole la evaporazione del mio corpo era abondante, ma ad uno stato insensibile; ritirato in luogo di minore temperatura, i vapori, che continuavano ad uscire pe'l calore concepito dal mio corpo, tosto usciti si addensavano.

Io otteneva la rugiada anche di giorno dal terreno con l'uso di quelle campane, delle quali ho parlato al § II. Coprendo con una campana una parte di terreno esposta al Sole, e premendo alquanto la terra attorno l'orificio per diminuire la comunicazione con l'esterno, ben tosto la superficie interna della campana si copriva di umidità, la quale a lungo diveniva tanto copiosa, che si precipitava in rivoli giù pe'l vetro. Causa evidente era l'accumulamento interno del calore, dimostrato dai termometri secondo i riferiti sperimenti. Il calore accumulato dai 10° ai 15° sopra la temperatura esterna convertiva in vapore la umidità del terreno; ed essendo il vapore molto più caldo dell'aria esterna, si addensava per trasmettere al di fuori l'eccesso del suo calore.

Questa sperienza presenta di giorno il saggio di quanto avviene alla notte in virtù del calore accumulato nel terreno e nei vegetabili, e in virtù dello strato inferiore di aria che rimane freddo per l'absenza dei raggi solari, come ho detto di sopra.

## § V.

## Effetti dell'accumulamento del calore di giorno in vasi chiusi a bassa temperatura dell'ambiente.

D'inverno sopra la neve ho ripetuto gli sperimenti di esporre ai raggi solari termometri coperti con campane di vetro, ed altri scoperti di confronto (1).

I termometri erano sospesi a due o tre pollici dalla superficie della neve; e coprendoli con le campane, io immergeva queste alquanto nella neve, premendo esteriormente la neve attorno l'orificio per togliere possibilmente la comunicazione con l'esterno.

---

(1) Dopo la publicazione delle mie sperienze circa l'accumulamento di calore di giorno nei vasi chiusi, e più nei diafani che negli opachi, fui avvertito che Saussure, nel suo *Viaggio alle Alpi*, § 932, avesse riferite delle sperienze analoghe, le quali benchè abbiano della relazione, sono però alquanto diverse, ed egli ebbe anche un altro oggetto. Adoperò una cassetta di legno coperta all'intorno di sovero annerito, e superiormente con tre lastre di vetro distanti anche fra loro. Egli ha inteso con ciò di guarentire un termometro interno dall'azione infreddante dell'aria esterna.

Con questa cassetta nel mese di Luglio 1774 fece due sperienze in due giorni successivi: l'una su la cima di una montagna; l'altra alla pianura, voltandola e rivoltandola verso i raggi diretti del Sole; e trovò che su la cima, mentre un termometro esterno segnava + 5°, un altro al fondo della cassetta ascendeva fino a + 70°; e che alla pianura, mentre l'esterno era a + 19°, l'interno ascendeva a + 69°.

Egli ha inteso con ciò determinare l'efficacia dei raggi diretti del Sole su'l termometro, quando non poteva essere raffreddato dall'aria circostante. Ma invece di determinare la efficacia diretta dei raggi, trovò, senz'avvertirlo a bastanza,

Alle volte sotto la campana, in un vetro da orologio sospeso, io poneva della neve vicinissima al bulbo del termometro.

Quando i due termometri interno ed esterno erano stazionarj, io faceva le mie annotazioni. I risultamenti di alcune sperienze fatte nel Genajo 1826 furono i seguenti.

In una sperienza, mentre il termometro esterno segnava + 1°, l'interno giungeva a + 10°. Con mia sorpresa la neve interna alla base della campana non dava segno sensibile di sgelarsi, benchè per tre quarti d'ora durasse quella temperatura dentro la campana. In séguito ho compresa la cagione di ciò, come dirò qui sotto. Altri termometri poco distanti, collocati all'ombra e alla stessa altezza della neve, segnavano — 2°.

In altra sperienza, ritenuta la indicata distanza dei termometri dalla superficie della neve, mentre all'ombra la temperatura era — 7°, un termometro scoperto esposto al Sole segnava — 2°; e un terzo coperto con campana di vetro segnava + 7°. Vi era dunque ancora la differenza di 9° fra l'esterno e l'interno.

Anche in questo caso la neve coperta non dava a quella temperatura di + 7° segno sensibile di disgelo. Ma osservai che la superficie interna della campana si copriva di umidità sgelata, procedente dalla neve. Allora ho compreso che il calore interno veniva impiegato a fondere la neve soltanto superficialmente, e a convertire successivamente l'aqua in vapore.

Ciò mi fu confermato da un altro sperimento fatto nello stesso mese di Genajo 1826.

L'ho cominciato alle ore 9 antimeridiane, e le cose erano disposte al Sole, come nel precedente. Ma in questo caso dentro la campana vi era un vetro da orologio pieno di neve vicinissima al bulbo del termometro.

In quell'ora il termometro scoperto segnava — 1°, 5, e quello coperto segnava + 10°, 5. Ancora non era sensibile che si sgelasse nè la neve interna alla base della campana, nè quella contenuta nella capsula di vetro. Ma un tenue vapore erasi condensato alla superficie interna della campana. Alle ore 10. 1/4 il termometro esterno segnava — 1.° circa, e l'altro coperto con la campana era giunto a + 11°, 5. Nella capsula non vi era ancora parte alcuna di neve sgelata; ma era visibile che si era diminuita d'un terzo circa della sua quantità primitiva.

La superficie interna della campana era intonacata di umidità. Quindi la parte di neve mancante dalla capsula erasi fusa, e contemporaneamente evaporata; e il suo vapore, insieme con altro simile procedente dalla neve alla base della campana, erasi condensato alla interna superficie a causa della minore temperatura esterna. Finalmente alle ore 11. 1/2 il termometro esterno segnava + 2°; e l'interno era giunto a + 12°. Nella capsula di vetro vi era poca aqua sgelata, e il resto della quantità primitiva di neve era evaporato. La superficie interna della campana continuava sempre ad essere coperta di umidità, la quale era sgelata verso il Sole, e gelata alla parte opposta verso Settentrione. Sicchè ancora eravi gelo alla superficie interna di una campana, la quale verso il suo asse avea la temperatura di + 12°.

Levando l'apparecchio, ho trovato che la neve alla base della campana in due ore e mezzo di temperatura interna da + 10°, 5 fino a + 12° non si era mai veramente sgelata, fuorchè quella ch'erasi convertita in vapore. Trovai soltanto che il rimanente della neve interna alla base della campana erasi fatta molle in confronto dell'altra all'intorno.

Durante questo sperimento io avea collocato un altro apparecchio simile all'ombra. Erano le ore 10. 1/2 antimeridiane; ed ho trovato che mentre il termometro esterno segnava — 3°, 5, quello sotto la campana di

---

un effetto composto di accumulamento di calore nella capacità della cassetta, procedente dai raggi assorbiti dal corpo nero, e dai raggi trasmessi per tre lastre successive di vetro.

Con questa complicazione di pareti nere assorbenti, di recipiente di legno atto, come cattivo conduttore, a tratenere il calore concepito, e di tre lastre di vetro opponenti un triplo impedimento al ritorno dei raggi fuori della cassetta, ottenne in quella un accumulamento di calore molto superiore a quello che ho trovato io nei vasi diafani, ed anche negli opachi buoni conduttori. Ma tale accumulamento non era l'effetto diretto dei raggi su'l termometro guarentito dall'azione raffreddante dell'aria, com'egli cercava.

Che i corpi neri assorbendo la luce si riscaldino oltre la temperatura dell'ambiente, e che un recipiente di legno, come cattivo conduttore, tratenga il calore concepito, tutto questo era conosciuto.

Le mie sperienze versano invece su l'accumulamento di calore nelle interne capacità di corpi diafani esposti alla luce o diretta o indiretta del Sole, ed anche in quelle dei corpi opachi buoni conduttori, molto inferiore però a quello che ha luogo nei diafani.

vetro era al gelo. Sicchè anche senza l'azione diretta dei raggi del Sole la temperatura interna della campana era di tre gradi e mezzo superiore a quella dell'ambiente.

Nel Febrajo 1830, essendo il cielo leggermente coperto, ho fatto su la neve sperimento simile a quelli dell'anno 1826.

Quando ho disposto l'apparecchio erano dieci ore antimeridiane. I termometri erano sospesi a mezzo pollice dalla superficie della neve. Quando furono stazionarj ho trovato che il termometro scoperto segnava — 3°, mentre quello coperto con campana di vetro era giunto a + 3°, 5. Ho aggiunto un terzo termometro alla stessa altezza dalla superficie della neve, e l'ho coperto con campana di latta di dimensioni eguali a quelle dell'altra. Il termometro scoperto continuava a segnare — 3°; quello dentro la campana di vetro era sempre a + 3°, 5; e il terzo sotto la campana di metallo era ridotto a — 1°.

Dunque anche sotto la campana opaca, essendo il cielo leggermente coperto, si era accumulato calore per 2°; ma molto meno che dentro la campana di vetro, dov'era accumulato di 6°, 5. Il che è conforme alle altre osservazioni fatte in altre stagioni al Sole e all'ombra, come ne ho riferito i risultamenti al § II.

Ho lasciato su 'l posto l'apparecchio dalle ore dieci antimeridiane fino alle due ore pomeridiane. Essendo sempre il cielo leggermente coperto, e l'aria tranquilla, non ho trovato in questo tempo notabili movimenti nei termometri ch'io di tratto in tratto visitava. Benchè per quattr'ore continue nella campana di vetro si fosse mantenuta la temperatura di + 3°, 5; pure la neve alla sua base non ha mai dato segno sensibile di disgelo: e quando levai la campana, era dura come l'altra neve all'intorno. Ma la campana alla superficie interna conservò sempre attaccata una umidità gelata, la quale sotto l'uso della lente presentava cristalletti ad aghi fra loro intrecciati, e componenti cristalli maggiori di vaghe figure.

Laonde avveniva, come negli altri sperimenti sovra esposti, che la neve interna alla base della campana a quella temperatura di + 3°, 5 si sgelava superficialmente, e di mano in mano, in virtù dello stesso calore, si volatilizzava per recarsi alla superficie interna, dove tramandava al di fuori il calore concepito tanto latente quanto di fusione, e si congelava di nuovo in quei cristalletti di forme diverse da quelli della neve. Da questi sperimenti risulta:

Che quando al calore mantenuto localmente accumulato sopra la neve in virtù di un'azione continua è vicino un ambiente di bassa temperatura, quel calore invece di penetrare a fondere la neve in massa, la fonde soltanto molto superficialmente, e s'impiega come calorico latente a convertire in vapore quell'aqua di mano in mano che si fonde; il qual vapore si trasporta verso l'ambiente freddo, e tende a mettersi con quello in equilibrio di temperatura condensandosi, ed anche gelandosi di nuovo.

Che siccome gli sperimenti mostrano che verso l'asse delle campane, dov'è accumulato il calore, la temperatura è la massima, come per esempio di + 10°, mentre alle superficie interne l'aqua evaporata è di nuovo congelata se la temperatura esterna lo comporta; così è forza concludere che quel calore accumulato è decrescente dall'asse verso la superficie.

Che quindi sembra che il calore mantenuto accumulato per l'azione dei raggi solari dentro un recipiente tenda a mettersi in equilibrio con l'esterno, a traverso le pareti co'l mezzo dell'aqua se si trova presente, convertendola in vapore, e fondendola prima, se è gelata.

Di fatto non si può dire che il calore accumulato dentro una campana passi da per sè stesso pe'l vetro, quando la superficie interna si mantiene coperta di vapori gelati. Sembra che in quel caso il calore non facia altro che unirsi all'aqua, e poi abbandonarla alla superficie interna.

## § VI.
## Effetti singolari dell'accumulamento di calore nei corpi quando il suolo è coperto di neve.

Secondo le conclusioni tratte dagli esposti sperimenti, di giorno la sola superficie dei corpi si trova in equilibrio di temperatura con l'aria, e nell'interno v'ha accumulamento di calore. I termometri che sono stati introdotti nei buchi fatti negli alberi, o in altri corpi, per esplorarne la temperatura interna, non segnarono se non che la temperatura dell'aria introdottasi nei buchi, e di quelle nuove superficie; non già la vera temperatura prodotta dal calore diseminato ed accumulato nelle porosità chiuse.

Il calore accumulato tende certamente a recarsi alla superficie che si trova alla minore temperatura dell'aria, ed esce in effetto continuamente a misura che dalla superficie ne viene sottratto. Ma di giorno l'accu-

mulamento interno viene mantenuto dall' azione continua dei raggi del Sole, mentre di notte ne esce senza che venga ripristinato.

Con ciò si rende ragione facilmente di un fatto comunissimo e molto noto a chi frequenta la campagna, o vi abita; cioè che la neve si sgela ben tosto attorno gli alberi e attorno qualunque corpo. Ebbi occasione di osservare questo fatto nell' inverno 1830, con qualche detaglio che qui riferirò.

Essendo caduta una quantità straordinaria di neve fino all' altezza di due piedi e mezzo nei contorni di Vicenza, ho osservato che mentre la temperatura dell' aria era assai bassa, nè permetteva alla neve di sgelarsi in modo alcuno, attorno le piante si sgelava in tutta la sua profondità, e di giorno in giorno si dilatavano gli spazj vuoti fra le piante e la neve. A prima vista sembrava che ciò fosse dovuto al calore naturale delle piante; ma ben tosto svanì questa idéa, quando ho osservato ch' era lo stesso anche attorno i pali secchi fitti in terra.

Proseguendo le osservazioni, ho veduto che da per tutto qualunque corpo, piccolo o grande che fosse, aveva attorno di sè la neve sgelata. Sembrava che i corpi più piccoli e più leggeri presentassero l' effetto in proporzione maggiore. Così qualunque foglia, qualunque stelo il più piccolo, qualunque paglietta aveva talmente agito attorno di sè su la neve, che per tutta la sua profondità era sgelata. Foglie le più minute, le più leggiere si erano sprofondate sino a terra, lasciando nella neve la traccia precisa della loro discesa, secondo le proprie dimensioni. E pure la neve ad una certa profondità era compatta e dura per la pressione della neve superiore; cosicchè non era questo certamente effetto della gravità di que' corpi assai leggieri.

Qualunque pietra o pezzo di mattone, qualunque sassolino aveva attorno di sè il medesimo effetto; ed è singolare che i più piccoli sassolini erano più profondi dei maggiori.

Ho collocati a riposare su la neve dei pezzi di legno, di ferro, di mattone e di pietra. Un giorno dopo erano alquanto sprofondati, ancora più due giorni dopo, e così di séguito, con disgelo all' intorno sempre più dilatato.

A poco a poco sotto gli alberi la neve era tutta scomparsa, mentre il terreno era ancora tutto coperto, e quegli spazj vuoti di neve andavano crescendo di giorno in giorno; cosicchè era evidente un' azione dei rami e delle foglie secche superstiti dall' alto al basso. Questa azione dall' alto al basso era resa ancora più evidente da ciò, che sotto gli alberi più frondosi la neve scompariva più presto che sotto gli altri.

Nell' inverno poi dell' anno 1831 ho osservato inoltre, che attorno i piccoli steli o bacchette, sorgenti dalla neve in posizioni verticali o inclinate, il vuoto di neve che si formava attorno ciascuno avea la figura conica, con l' apice all' ingiù e con la base in alto; sicchè era evidentissimo che le parti più esposte ai raggi del Sole aveano anche maggiore azione disolvente su la neve all' intorno.

Tutto ciò si spiega facilmente con l' accumulamento di calore nell' interno dei corpi, massimamente per l' azione diretta dei raggi del Sole, il quale, secondo gli esposti sperimenti, giunge a più gradi sopra lo zero, per quanto sia bassa la temperatura dell' aria; e con la emissione al di fuori del calore accumulato.

Non è poi tanto facile la spiegazione del maggior effetto di sciogliere la neve all' intorno, che presentano i corpi piccoli in confronto dei grandi. È bensì vero che a causa delle maggiori superficie in relazione alle masse, più facilmente trasmettono al di fuori il calore accumulato di dentro; ma per la stessa ragione l' accumulamento deve riuscire minore. Chi ha lette le mie Memorie nel Giornale di Pavia avrà veduto che quello ch' io chiamo *calorico nativo* tanto più si svolge, quanto più piccole sono le masse; e che al suo svolgimento concorre possentemente il calore che sopragiunge dall' esterno. Io veggo una perfetta analogía anche nel fenomeno, di cui si tratta, dello sgelamento della neve attorno i corpi, il quale attesta la esistenza di atmosfere calorifiche attorno tutti i corpi, e tanto più secondochè sono piccoli, le quali consistono in emanazioni procedenti dall' interno e dall' intima loro natura, non misurabili co' i termometri, e diverse da ciò che si chiama *equilibrio di temperatura.*

Del resto, indipendentemente da queste differenze, si ravvisa che l' azione dei corpi su la neve è in sostanza la medesima che su l' aria. Riscaldano l' aria in contatto anche pe 'l solo fatto di acquistare calore dai raggi del Sole, di accumularlo, e poi emetterlo. Così è pure riguardo alla neve.

## § VII.

### Sollevamento di vapori gelati d'aqua, e loro precipitazioni in istato di gelo.

Secondo esperimenti già noti e publicati, il ghiaccio evapora, ed anche più dell'aqua; per modo che, ad esempio, nel Genajo 1825 la evaporazione da lastre di ghiaccio in tempo secco era molto considerabile, ed anche doppia di quella di eguale quantità d'aqua sgelata nel susseguente Febrajo dello stesso anno (*Bulletin Universel,* Sect. I. Novembre 1828, pag. 301).

Secondo mie sperienze, fatte nel Genajo 1826, la neve si volatilizzava di giorno e di notte a temperatura dell'aria di molti gradi sotto lo zero, per esempio a — 6°, — 7°, — 10°.

Di giorno io collocava all'ombra di una casa delle campane di vetro su la neve, e si coprivano di umore gelato; ma più alla superficie interna, che all'esterna.

Di notte io collocava su la neve simili campane di vetro, e si coprivano parimente di umore gelato; ma più alla superficie esterna che all'interna. Il termometrografo collocato presso le campane, il quale pure si copriva di umidità gelata, mi assicurava che la temperatura dell'aria era stata sempre a più gradi sotto lo zero.

Le cause della differenza dal giorno alla notte alle due superficie sono queste. Di giorno il calore si accumulava dentro le campane anche all'ombra, secondo gli sperimenti dei §§ I. e V.; quindi la evaporazione interna era maggiore. Di notte sotto le campane il calore non si accumulava; ma veniva emesso quello concepito di giorno dalla neve e dal terreno, portando con sè la neve in istato di vapore nel modo spiegato al § IV. Quindi la interna superficie della campana riceveva soltanto il vapore proprio dello spazio coperto, e la superficie esterna riceveva il vapore procedente da tutte le parti.

Con gli sperimenti mi sono assicurato che non solo di notte, ma anche di giorno, la neve si volatilizza a temperatura dell'aria inferiore di molto al punto della congelazione. Riferirò uno di questi sperimenti.

Nel giorno 19 Genajo 1826, alle ore dieci antimeridiane, all'ombra di una casa ho collocata su la neve una campana di vetro con un termometro di dentro, ed altro scoperto vicino. Quando furono stazionarj, il termometro esterno segnava — 6°, 5, e l'interno era a — 4°. Fratanto la superficie interna della campana erasi coperta di cristallizzazioni d'aqua gelata.

Dunque la neve dentro la campana erasi volatilizzata senza sgelarsi. Insieme, secondo la legge dell'accumulamento interno di calore prodotto dai raggi in questo caso indiretti del Sole, la temperatura interna erasi alzata di due gradi e mezzo; e tale differenza avea prodotto vapore di neve senza sgelarla, perchè la temperatura interna era — 4°.

Altri sperimenti molto numerosi mi hanno dimostrato che non solo sotto recipienti per causa dell'accumulamento del calore, ma anche all'aperto la neve continuamente evapora di giorno e di notte, senza passare per lo stato liquido.

Ne riferirò i risultamenti.

Nello stesso mese di Genajo 1826, in giorni sereni, io sospendeva delle bilancette a due o tre pollici dalla superficie della neve, all'ombra di una casa. Da una parte contenevano neve, e dall'altra pesi eguali.

Nello spazio di un quarto d'ora o di una mezz'ora le bilancette preponderavano molto sensibilmente dalla parte dei pesi, e la preponderanza andava sempre crescendo; cosicchè io trovava anche la precisa quantità di neve evaporata in un tempo dato dalla massa da prima pesata.

Durante questi sperimenti la temperatura dell'aria si manteneva sempre a più gradi sotto lo zero, come a — 3°, — 4°, — 5°.

Dunque la neve evaporava allo stato di molecole solide.

In certi giorni, nei quali l'aria non era nitida, ma offuscata da vapori sospesi, essendo sempre la temperatura sotto lo zero, come — 2°, — 3°, le bilancette preponderavano invece dalla parte della neve che contenevano; cosicchè i vapori esistenti nell'aria si precipitavano su la stessa neve, ed aumentavano la sua massa.

Ma quei vapori dell'aria non doveano impedire l'effetto generale e costante della evaporazione della neve; anzi doveano procedere dalla evaporazione della stessa neve. Laonde si deve ritenere che vi fossero contemporaneamente vapori gelati ascendenti, e vapori gelati che si precipitavano. Le bilancette mostravano che in alcuni giorni la precipitazione era maggiore della evaporazione. Qualche volta da un'ora all'altra le

stesse bilancette cangiavano, o sia preponderavano ora dalla parte dei pesi, ora dalla parte della neve; cosicchè prevalevano a vicenda ora le evaporazioni, ora le precipitazioni.

Di notte i due effetti contemporanei di ascensione e precipitazione di vapori gelati erano molto più distinti che di giorno. Mentre le campane collocate di notte su la neve attestavano la evaporazione con gli umori gelati attaccati alle loro superficie interne, senz'accumulamento interno di calore, che alla notte non ha mai luogo, le bilancette attestavano la precipitazione, perchè di notte erano sempre preponderanti dalla parte della neve.

La neve che copriva il suolo acquistava, in virtù di quelle precipitazioni, massimamente notturne, delle propagini al di sopra della sua superficie primitiva, le quali affettavano la forma lamellare e il parallelismo fra loro; sicchè essendo inclinate si trovavano disposte in un certo modo a squame di pesce.

Ascensione e precipitazione contemporanea di vapori o liquidi o gelati non sono altro che un effetto continuo procedente dalla stessa causa; cioè dall'accumulamento del calore nei corpi e nella stessa neve, che si porta nell'atmosfera associato alle molecole aquose o liquide o gelate, e dove trovando minor temperatura, le abbandona per unirsi invece all'aria.

E questo avviene a qualunque temperatura la più bassa, giacchè il processo non dipende se non che dalla differenza tra il calore dei corpi e quello dell'aria.

Io n'ebbi la prova diretta fino a — 16°, 5 nell'inverno straordinariamente freddo del 1830. Nella notte del giorno 10 Genajo, venendo l'11, un termometrografo collocato con la base della tavoletta alla superficie della neve, è disceso a — 16°, 5; e alla matina dell'11 vi era brina attaccata da per tutto, come al solito, sollevatasi nella notte; e n'era coperto lo stesso termometrografo. Nè ciò potea procedere che dalla stessa neve, che copriva tutto all'altezza dai due ai tre piedi. Dunque la neve di notte a quella assai bassa temperatura dell'aria erasi sollevata in vapore.

La formazione del vapore gelato in grande è un effetto assai visibile da chiunque si trovi in campagna in quelle sere d'inverno, nelle quali dopo l'occaso, mentre il suolo è coperto di neve, e la temperatura è di alcuni gradi sotto lo zero, si solleva una nube bianca che offusca l'aria, e che porta nella notte successiva un'abondanza di brina che si attacca agli alberi e a tutti i corpi.

Non è nuova la osservazione di vapori gelati; ma fu fatta verso il polo, mentre li abbiamo anche fra noi (*Annales de Chimie et Physique,* Septembre 1821, pag. 38).

Io avea particolarmente osservata quella nube bianca sollevarsi alcune sere del Genajo 1826, mentre la temperatura dell'aria presso alla superficie della neve giungeva di notte a — 7°. Ma siccome l'altezza della neve non giungeva a mezzo piede, si poteva dubitare se quel vapore notturno procedesse veramente dalla stessa neve, o dal terreno sottoposto.

Nell'inverno poi del 1830, in cui l'altezza della neve era da due piedi e mezzo a tre piedi, e tutto era coperto, non potei più dubitare che la nube bianca della sera, presaga di brina notturna attaccata ai corpi molto abondante, non procedesse dalla stessa neve.

Nella sera del 16 Genajo 1830, a cielo sereno, essendovi ancora i crepuscoli, mentre il suolo era coperto di neve fino all'altezza indicata, e mentre gli alberi erano talmente carichi di neve che i rami si piegavano quasi fino a terra, e molti anche dei più grossi si spezzavano, ho veduto sollevarsi rapidamente, per tutta la estensione visibile, uno strato di folto vapore bianco fino all'altezza delle case, il quale evidentemente era decrescente di densità dal basso in alto. E procedeva certamente dalla neve, perchè da altro non poteva procedere. La temperatura dell'aria era già di alcuni gradi sotto il gelo, e in quella notte giunse a — 9°.

Una campana di vetro, esposta in quella notte su la neve, si coprì dentro e fuori di cristalletti d'aqua gelata, ma più al di fuori che al di dentro, come al solito.

In altre sere successive dello stesso mese, e del seguente Febrajo 1830, osservai quel fenomeno di vapore bianco molto denso, e decrescente dal basso in alto, sollevarsi dopo l'occaso. Essendo fratanto caduta dagli alberi la neve, questi nelle matine seguenti erano coperti da tanta brina che pareva avesse nevicato, mentre il cielo era stato sereno. Nè quella materia aveva la disposizione alla rinfusa della neve, ma era disposta su i rami regolarmente in maniere assai vaghe, che presentavano un bellissimo spettacolo.

In tutti questi casi la temperatura notturna dell'aria fu sempre molti gradi sotto il gelo; cosicchè è indubitabile prima la formazione, poi la precipitazione di vapori allo stato di molecole solide, senza passare per lo stato liquido.

Osservando nelle matine la brina attaccata agli alberi prima che i raggi del Sole la disipassero, ho sempre veduto chiaramente che la sua quantità era decrescente dal basso in alto, com'era decrescente il vapore gelato che si sollevava alla sera, e dal quale la brina procedeva; cosicchè nei rami più bassi era molto più abondante che nelle cime.

Analogamente nelle calde stagioni si osserva che la rugiada è molto più abondante presso al suolo che in alto, e che decresce secondo le altezze. Anzi a certa altezza manca del tutto, come ho riferito al § I. Vi è però questa differenza, che la brina o sia rugiada gelata giunge molto più in alto della rugiada liquida estiva.

## § VIII.

### Conseguenze che derivano dalle formazioni e precipitazioni dei vapori gelati nella teoría della rugiada e nella teoría del calorico latente.

Come spiegare tutti gli effetti esposti nel precedente § VII. con la teoría di Wells, che la formazione della rugiada o brina, la quale non è altro che rugiada gelata, dipenda dall'irraggiamento nello spazio del calore dei corpi?

Il vapore bianco nevoso assai folto, osservato dopo l'occaso del Sole, non esisteva certamente di giorno nell'aria. Nè il fenomeno è certamente spiegabile co 'l solo addensamento di vapori aerei pe 'l freddo sopragiunto, in absenza del Sole, nello strato inferiore d'aria. Quel vapore si sollevava evidentemente dalla neve, siccome il senso della vista lo presentava.

Il raffreddamento superficiale dei corpi per irraggiamento non avrebbe mai potuto importare quella carica abondante di brina su gli alberi, con sovraposizioni di molecole a molecole, sino a formare lunghi fiocchi pendenti e festoni, come se avesse nevicato.

Vi è però questa differenza fra la neve e la brina abondante, che la prima si attacca su gli alberi alla rinfusa, e la seconda risulta da sovraposizioni di molecole in modi regolari, presentando nel complesso della veduta il più vago spettacolo. Come spiegare tanta aggregazione di materia in forme regolari co'l raffreddamento superficiale dei corpi per l'irraggiamento del loro calore?

È anche un fatto costantissimo, che la brina si attacca agli spigoli dei corpi molto più che su le piane superficie. Si dirà forse, nella teoría di Wells, che gli spigoli si raffreddano di più del rimanente delle superficie?

Anche nelle notti di non abondanza la brina nell'attaccarsi agli spigoli dei corpi forma, con ordinata sovraposizione di molecole, delle barbe o frange, le quali affettano la forma lamellare. Che ha da fare tutto questo co 'l raffreddamento superficiale dei corpi?

Invece l'azione scambievole e assai distinta fra gli spigoli dei corpi e i cristalletti nuotanti nell'aria, e l'azione dei primi cristalletti attaccati sopra altri nuotanti attirandoli a sè stessi, e l'azione di questi sopra altri ancora, formando aggregazioni successive e regolari, sono prove manifestissime che si tratta di forze elettriche, o simili alle elettriche.

Del resto anche la brina come la rugiada liquida si attacca moltissimo al vetro; meno, ma molto ancora, al legno, ai vegetabili ed alle pietre; poco al contrario su i metalli: ma anche agli spigoli di questi si trovano le barbe o frange.

Dunque nella formazione della rugiada e della brina bisogna osservare due effetti distinti, che mostrano il concorso di due cause diverse. Il primo è l'addensamento del vapore, o liquido o gelato, nello strato inferiore d'aria; il secondo è l'attaccamento delle molecole ai corpi.

Il vapore notturno procede dal calore accumulato nei corpi, che n'esce per la sua tendenza all'equilibrio, portando con sè molecole d'aqua o liquide o gelate secondo la temperatura, e che trovando l'aria più fredda le abbandona. L'attaccamento ai corpi procede da un'attrazione o elettrica, o simile, fra le molecole abbandonate dal calorico e gli stessi corpi.

Del resto, i vapori costituiti da molecole gelate e cristalline devono avere, secondo la legge generale, il loro calorico latente.

Ma si può domandare qual sorta di calorico sia questo, che volatilizza le molecole gelate in luogo di fonderle. Sembra che consista in uno stato di repulsione scambievole fra le stesse molecole; vale a dire,

che sia uno stato di *elettricità*, usando questo termine nel senso lato, ma assai vago, che usano dargli i Fisici quando si tratta di meteore.

Chi non vede quì indizj chiari, che calorico ed elettricità hanno la stessa sorgente?

## § IX.

### Sviluppo di calorico fondente e volatilizzante nel contatto dell'aqua gelata con corpi principalmente metallici.

Nel Genajo 1826 altri effetti curiosi ho osservati, che si connettono con leggi generali di sviluppo di calorico e di elettricità.

Essendo la temperatura dell'aria — 2° circa, io esponeva all'aperto dei dischi orizontali di ferro, di zinco, di rame e d'argento, di tre pollici circa di diametro, ed a bastanza sottili per mettersi in tempo non lungo ad equilibrio di temperatura con l'aria. Indi con un cucchiajo di ferro assai piccolo, anche questo raffreddato, e con manico di legno per non comunicargli il calore della mano, io prendeva dei piccolissimi bricioli di neve, e li gettava sparpagliati su quei metalli. All'istante del contatto co'i metalli si fondevano in gocciòline lenticolari, e súbito dopo si gelavano di nuovo. La fusione avveniva a temperatura sempre più bassa, secondochè più piccole erano le molecole.

Quelle goccioline lenticolari, di nuovo congelate, non erano attaccate ai metalli, ma erano facilmente mobili su le superficie dei dischi. Presentando loro una punta o di ferro o di legno, o una paglietta qualunque, alla distanza di una linea o mezza linea, venivano attirate, e si attaccavano alla punta. La prima molecola attirata ed attaccata alla punta attraeva poi ella stessa altre di quelle molecole congelate giacenti su'l metallo, e queste delle altre ancora; cosicchè percorrendo con la punta lo spazio dove giacevano, si aggregavano attorno alla punta a guisa di barba, come farebbe la limatura di ferro attorno una punta leggermente calamitata, e come si trova disposta la brina agli spigoli dei corpi; con la differenza, che le molecole della brina sono cristalletti che prendono modi d'aggregazione più regolari di quelle del caso ora esposto.

Le molecole di neve gettate e sparpagliate su i metalli, a temperatura inferiore a — 2°, non si fondevano, purchè non fossero estremamente piccole. Ma benchè restassero su'l metallo senza fondersi, dentro un certo spazio di tempo si volatilizzavano, e sparivano.

Gettando di quelle molecole di neve sopra lastre di vetro, di ágata e di legno raffreddate, come erano le lastre di metallo, non si fondevano a temperatura sotto il gelo, ma invece si volatilizzavano, e sparivano.

A circostanze eguali la volatilizzazione delle molecole nevose era più pronta dalle superficie dei metalli di quello che dal vetro, dall'ágata e dal legno.

Tutti questi fatti li ho verificati ripetendo gli sperimenti anche nel Genajo dell'anno 1831. Anzi in questi ultimi sperimenti ho trovato che i bricioli di neve gettati su i metalli si fondevano anche alla temperatura di — 2°, 5, congelandosi poscia di nuovo, e venendo attratti dopo la nuova congelazione da punte di ferro o di legno, come negli sperimenti del 1826. Ho osservato anche di più, che su'l rame e su lo zinco la fusione era più pronta che su lo stagno o su'l piombo, e che sopra questi metalli, ed anche su'l ferro, era più pronta che su l'argento. Quindi mi è risultato da questi sperimenti:

1.° Che il contatto co'i metalli somministrava o eccitava nelle molecole un calore particolare per fondersi, mentre era a — 2° o — 2°, 5 la temperatura dell'aria, della neve, e della superficie del metallo.

2.° Che questo effetto era momentaneo, perchè si ristabiliva ben tosto l'equilibrio di temperatura, congelandosi di nuovo quelle molecole, riducendosi a forma lenticolare.

3.° Che se la temperatura era più bassa di — 2°, 5, il contatto delle molecole di neve co'i metalli non eccitava calore atto a fonderle, purchè non fossero estremamente minute; ma bensì un calorico atto a farle volatilizzare più prontamente che dagli altri corpi.

4.° Che l'effetto di attaccarsi la brina ai corpi, principalmente agli spigoli, dipende da una vera attrazione a distanza almeno di una linea circa, o elettrica o simile all'elettrica; e che le prime molecole attaccate ne attraggono delle altre, e queste delle altre ancora con la stessa virtù.

Ho anche compreso da questi fatti la causa per cui non si trova attaccata brina o rugiada su le superficie dei metalli tanto quanto su le superficie del vetro e del legno, fuorchè agli spigoli, i quali anche nei

metalli si vestono di frange di brina. Ciò è perchè il contatto co' i metalli eccita un calore che rende la rugiada e la brina volatili.

L'azione fondente dei metalli su la neve a temperatura inferiore al gelo la ho ravvisata anche in occasione degli sperimenti riferiti al § VII., fatti con bilancette, i quali servirono a dimostrarmi la evaporazione della neve, e la precipitazione degli stessi vapori.

Quando io collocava la neve in una delle due capsule di ottone della bilancetta, ho sempre veduto che in contatto del metallo si sgelava alla temperatura — 1° dell'aria; mentre se io poneva su la bilancetta della neve contenuta in un vetro da orologio, si manteneva gelata anche a + 1°.

Cosicchè facendo l'esperimento di mettere in una bilancetta da una parte neve nella capsula di ottone, e dall'altra neve contenuta in capsula di vetro, io vedeva alla temperatura da — 1° fino a + 1° la neve sgelarsi nella capsula di ottone, e restare congelata dall'altra parte del vetro.

Lo stesso avveniva ponendo di confronto neve sopra dischi di rame, di ferro, di zinco e d'argento, ed altra parte di neve sopra dischi di vetro, di legno e di ágata. Alla indicata temperatura da — 1° a + 1° si sgelava la neve in contatto dei metalli, e non si sgelava punto quella che giaceva su gli altri corpi.

Fra quei corpi il vetro era il più insistente a mantenere la neve gelata, giacchè io la vedeva persistere su'l vetro anche a + 2° dell'aria.

## § X.

## Considerazioni teoriche circa i fatti esposti nel precedente § IX., le quali si deducono co'l confronto di altri fatti cogniti.

Il calorico atto a fondere e volatilizzare le molecole d'aqua gelata, che si svolgeva secondo i superiori esperimenti a temperatura sotto il gelo in contatto di quelle molecole co' i metalli, deve trovarsi in rapporto con la causa ch'eccita la elettricità per contatto. Di fatto le molecole, prima fuse e poi congelate di nuovo, venivano attratte da qualunque corpo, e si attraevano fra loro; il che prova che avevano assunto uno stato elettrico, o simile, il quale era permanente.

In occasione degli sperimenti fatti a basse temperature, ed esposti in succinto in questa Memoria, ho osservato anche un altro fatto, il quale non cadeva in acconcio di riferire se non che in questo luogo, giacchè si trova collegato con la teoría relativa a quel calorico fondente, di cui parlo.

Ho osservato che quando le superficie dei corpi, su i quali si attaccava la brina, erano molto polite, come quelle del vetro, la brina si trovava espansa in lamine sottilissime, a macchie contornate da orli rilevati alquanto più grossi del rimanente.

Secondo la pratica che ho acquistata su le espansioni in superficie con le numerose osservazioni publicate nel Giornale ora cessato di Pavía (e Vol. I. p. 31 - 130), ho ravvisata la similitudine di quelle laminette formate dalla brina con tutte le altre espansioni, ed ho compreso che gli orli rilevati, che le contornavano, procedevano dall'impedimento di espansioni ulteriori, alle quali tendevano.

Le stesse osservazioni mi palesarono che tali espansioni sono spontanee, o sia procedenti da una forza repulsiva che si svolge fra le parti della materia ridotta a minime dimensioni: forza la quale nel suo sviluppo è continuamente progressiva, divenendo una prima espansione causa di nuovo sviluppo della stessa forza, e quindi d'espansione ulteriore. In relazione a ciò ho anche sempre veduto che la forza espansiva era maggiore, secondochè più piccole erano le masse. Benchè questa forza sia varia di grado secondo la diversa natura dei corpi, e si mostri tanto più energica quanto più le sostanze spiegano energiche le due opposte elettricità sotto l'azione della pila di Volta, come sono i combustibili e gli acidi; pure la trovai anche nel-l'aqua, benchè in grado assai minore che in quei generi di sostanze.

Ho trovato inoltre con le medesime osservazioni già publicate, che la stessa forza repulsiva che si svolge fra le parti dei corpi è atta anche a fonderli, volatilizzarli e infiammarli: per lo che, come sorgente anche di calore, la ho chiamata *calorico nativo*, cioè inerente alla natura dei corpi; ed ho usato questo termine non per indicare un imponderabile distinto dalla materia ordinaria, ma per accomodarmi all'uso comune di parlare.

Quindi io rendo ragione come segue degli ultimi fatti or ora riferiti.

Le molecole estremamente tenui dell'aqua si espandono sovra superficie polite, secondo la legge generale. Se le molecole sono gelate, il calorico nativo inerente alla loro natura ancora esiste; e svolgendo l'azione

propria, ove siavi un mezzo di espansione dee liquefarle, benchè la temperatura sia inferiore al punto del gelo, succedendo nuova congelazione della lamina espansa.

Quest' ultimo stato era quello ch' io osservava in alcuni luoghi di superficie assai polita del vetro, avvenuto di notte nell'attaccarsi della brina. Dico in alcuni luoghi, perchè in generale il vetro non ha per tali espansioni superficie a bastanza polita, e invece si formano cristalletti regolari, con sovraposizioni di molecole massimamente agli spigoli, i quali appunto non presentano superficie opportuna alla espansione.

Il primo stato di fusione al contatto io lo osservava di giorno, gettando minuti bricioli di neve su i metalli; e se non succedevano espansioni in lamine, ciò era perchè le superficie di quei metalli non erano così polite come alcune parti del vetro.

È da notarsi che i metalli, come combustibili, sono assai ricchi di calorico nativo, siccome ho trovato con le mie osservazioni publicate nel Giornale di Pavía (Vol. I. p. 121-130); cosicchè io considero che lo stesso calorico nativo dei metalli, svolgendosi ai luoghi di contatto con quelle molecole, concorresse alla loro fusione.

Quindi è che bricioli eguali di neve non si fondevano in contatto co 'l vetro, con l' ágata e co 'l legno, come corpi dotati di quel calorico assai meno dei metalli. Che se su 'l vetro io trovava in alcuni luoghi le lamine espanse di brina, che attestavano la precedente fusione sofferta, ciò era dovuto alla grande tenuità delle molecole della brina. Siccome più si svolge in proporzione di calorico nativo quanto più piccole sono le masse, le molecole finissime della brina dovevano fondersi per tale sviluppo in contatto di vetro polito, mentre allo stesso contatto non si fondevano le molecole maneggiabili di neve ch' io usava ne' miei sperimenti di giorno, le quali erano masse assai grandi in confronto delle molecole di brina nuotanti nell' aria.

Con questi principj si spiega anche la causa dell'absenza di rugiada e di brina dalle superficie dei metalli, eccettuati gli spigoli. Le molecole tenuissime della rugiada si volatilizzano in contatto co' i metalli per lo sviluppo di quello stesso calorico nativo che fondeva i bricioli di neve fino a — 2, 5 di temperatura; e le molecole della brina in contatto co' i metalli doveano prima fondersi e poi volatilizzarsi, anche a temperature inferiori di quella, a causa della maggiore loro tenuità.

Gli effetti di fusioni spontanee delle molecole d' aqua gelata a temperatura di più gradi sotto il gelo sono simili a tanti altri fatti da me osservati, ed esposti nelle Memorie che ho publicate. Vale a dire, in contatto della superficie del mercurio e alle temperature ordinarie si fondevano prontissimamente le molecole di potassio, di fosforo, di jodio e dei sali, espandendosi contemporaneamente in lamine continue, e succedendo a tali espansioni nuove congelazioni.

In tempi più lunghi anche le molecole dei metalli e del ferro stesso si liquefacevano lentamente in contatto del mercurio anche alle ordinarie temperature, e coprendone tutta la superficie si conformavano in lamine continue, come si può vedere dai numerosi esperimenti che ho publicati in quelle Memorie.

---

## Sopra le cause della rugiada. Aggiunta alle Memorie di Meteorología, inserita nel Bimestre I. degli *Annali delle Scienze ec.*, del Dott. Ambrogio Fusinieri.

(Memoria inserita negli *Annali delle Scienze del Regno Lombardo-Veneto* del 1831, pag. 449-482; e del 1832, pag. 23-59.)

---

Quelli che si fecero seguaci della ipotesi del sig. Wells, di spiegare la rugiada co 'l supposto irraggiamento notturno del calorico dai corpi fino agli spazj celesti, non parlano mai del vapore d'aqua che anche di notte ascende dal terreno dai corpi umidi, e per traspirazione dai vegetabili.

Quel vapore lo dimenticano affatto come se più non esistesse, per far procedere invece la rugiada dal vapore già esistente naturalmente nell' aria, il quale si precipiti dalle superficie dei corpi, supponendo che queste a cielo sereno si raffreddino per irraggiamento tanto quanto è necessario a produrre quella precipitazione, e tanto più secondo che l' aria è più secca.

Almeno da principio, quando quella ipotesi fu posta in campo, i Fisici Italiani non vi si abbandonarono a corpo perduto; anzi la riguardarono come non affatto soddisfacente, dicendo che il sig. Wells *nella produzione di quel fenomeno forse troppa influenza accordava all' irradiamento, troppo poca invece alla evaporazione, e pochissima al giuoco delle correnti d' aria mosse idrostaticamente* (Giornale di Pavía 1816, pag. 114).

Ma in séguito, dopo che alcuni Fisici Francesi la promulgarono nei loro Trattati come verità dimostrata, altri Fisici Italiani della Lombardía, cedendo a quelle autorità, la diedero pur essi per incontrastabile.

Nella mia Memoria meteorologica, inserita nei Bim. I. e II. 1831 - 1832 del su citato Giornale, ho parlato per incidenza anche della rugiada; e secondo che importavano le naturali conseguenze dei fatti ch' io andava esponendo, ho accennato che alcuni erano contrarj a quella ipotesi.

Siccome ho tante altre osservazioni che a quella ipotesi si oppongono, così ripiglio questo argomento di Meteorología, ch'è importantissimo pe' suoi legami con la teoría in genere del calorico raggiante, la quale, a mio credere, viene spinta troppo innanzi con voli di fantasía, oltre quello che i fatti sinora osservati permettono di dedurre.

Io verserò su le seguenti proposizioni.

1.° La evaporazione notturna è causa di formazione di rugiada a cielo sereno nello strato inferiore d'aria.

2.° I fatti che vengono addotti per fondamento della ipotesi di Wells non sussistono, e sono riprovati.

3.° Le circostanze principali della formazione della rugiada sono inconciliabili con quella ipotesi.

## § I.

## La evaporazione notturna è causa certa di formazione di rugiada a cielo sereno nello strato inferiore d' aria.

Che il terreno evapori continuamente di giorno e di notte, è questo un fatto incontrastabile. In qualunque stagione, a qualunque temperatura, per quanto si mostri secca la superficie del terreno, in qualunque situazione o coperta o scoperta, sia o non sia l' atmosfera ingombrata da nubi, anche in tempo o di pioggia o di neve, la evaporazione è continua di giorno e di notte. Secondochè il terreno è più umido, poste le altre circostanze pari, più abondante è il vapore che ascende. Se il terreno è coperto di neve o di ghiaccio, evaporano la neve e il ghiaccio. Per quanto sia bassa la temperatura sotto il gelo, la evaporazione vi è sempre, e allora lo stesso vapore è gelato (Bim. III. pag. 198 e seg., e sopra, pag. 13. 14).

Questo fatto costante si sperimenta con somma facilità collocando delle campane di vetro su 'l terreno o su l' erba, su la neve o su 'l ghiaccio, al coperto o allo scoperto, di giorno o di notte, a cielo sereno o nuvoloso. Sempre, in un tempo più o men lungo, la campana si coprirà di umidità, che sarà a tempi eguali più o meno abondante, secondo le circostanze.

Di giorno concorre a quell' effetto l' accumulamento di calore nell' interno della campana, il quale aumenta la capacità dell' aria pe 'l vapore, ed aumenta la stessa evaporazione riscaldando di più il terreno (Bim. III. pag. 192, e sopra, pag. 11 - 12). Ma di notte dentro le campane non si accumula calore, e la evaporazione è dovuta al calore accumulato di giorno nel terreno e nei vegetabili, ed alla forza evaporante che hanno tutti i liquidi.

Di giorno si copre d' umidità la sola superficie interna della campana; e ciò avviene per un grado di compressione che soffre il vapore nella interna capacità, e per essere lo stesso vapore più caldo dell' aria esterna in virtù del calore accumulato di dentro. La superficie esterna resta secca, perchè al vapore ascendente nell' aria libera mancano quelle cause di condensazione.

Di notte serena e tranquilla si coprono di umidità o di brina ambedue le superficie della campana, ma più la esterna che la interna.

Di notte nuvolosa, benchè non si formi nè rugiada nè brina, la superficie interna della campana si copre di umidità, meno però che a notte serena; e la superficie esterna se non resta secca come di giorno, è però coperta di umidità molto meno che la interna.

Similmente in notte serena e tranquilla collocando una campana su 'l terreno in luogo molto coperto da fronde, come nel più folto di un boschetto, la superficie esterna si manterrà secca o quasi secca, e la interna si coprirà di umidità più o meno abondante; mentre altre campane collocate su 'l terreno, o in luoghi meno coperti o affatto allo scoperto, si copriranno di umidità dentro e fuori.

Questi sono tutti fatti certissimi, che tante volte ho sperimentati. Poichè dunque anche di notte e in tutte le circostanze continua ad ascendere dalla terra e dall'erba un vapore, quale destino avrà massimamente nelle notti serene e tranquille, in cui il primo strato d'aria è molto più freddo dei superiori? Quelli che hanno ammessa la ipotesi di Wells non sanno che fare di quel vapore, e lo dimenticano del tutto, come dissi, nel dare la spiegazione della rugiada. Ma con ciò spingono la dottrina ancora più innanzi di quello che abbia fatto lo stesso Wells; imperocchè egli non ha negato che una parte della rugiada proceda da quel vapore, pretendendo però che la maggior parte sia prodotta dall'irraggiamento del calore negli spazj celesti: sicchè egli veniva ad assegnare al fenomeno due cause invece di una.

Ma siccome per la ipotesi dell'irraggiamento, come causa di rugiada, bisogna ammettere che le superficie del terreno, dei corpi che vi giaciono, e dei vegetabili, divengano più fredde dell'aria, ed anche di molto, secondochè questa è secca, per farvi precipitar sopra il vapore di saturazione; e siccome per l'altra teoría dell'addensamento nell'aria del vapore ascendente bisogna ammettere invece che l'aria sia più fredda di quel vapore, e quindi del terreno e dei corpi dai quali ascende: così vi era contradizione ad ammettere le due cause; e per evitare tale contradizione hanno pensato bene i Fisici seguaci della ipotesi di Wells d'ammettere per sola causa l'irraggiamento notturno. Per tal modo non si sono più imbarrazzati del vapore ascendente, ed hanno trattato l'argomento co 'l solo vapore naturale dell'aria, e come se il terreno e i vegetabili di notte non evaporassero, e fossero secchi quanto il bronzo.

Per sostenere la ipotesi si arrivò persino a negare tale evaporazione, dimostrata da fatti i più semplici e più evidenti, e dimostrata anche dalle stesse teoríe fisiche circa la forza evaporante dei liquidi. Quindi si legge nel Tomo IV. del Trattato di Fisica sperimentale e matematica del sig. Biot, pag. 662: *Dufay crut pouvoir conclure de là que la rosée s'élevait de la terre, et se répandait en montant dans l'air. Mais d'après ce que l'on sait maintenant sur la théorie des vapeurs, cette explication ne saurait être adoptée. Car la vapeur d'eau ne se forme, et ne s'élève qu'autant que la température de l'air l'admet, et une fois élevée, elle ne se précipite pas, à moins que l'air ne se refroidisse.* Se si sapesse al presente che l'aqua, per quanto sia più calda dell'aria, non evapora se non in quanto l'aria soprastante per la sua temperatura sia atta ad assorbire quel vapore, si saprebbe un grande errore contro i fatti i più comuni. Ma invece si sa che i liquidi hanno una forza propria evaporante, dipendente dal calorico, la quale cresce con la temperatura, e ch'è indipendente dall'aria soprastante, la quale anzi premendo serve d'impedimento, e diminuisce l'effetto. Si sa che il vapore che ascende all'aperto in parte si condensa, in parte ascende ulteriormente, se l'aria per la sua temperatura non è capace di contenerlo; e si sa inoltre, che di giorno e di notte nelle fredde stagioni, principalmente se il suolo è coperto di neve, v'ha contemporaneamente evaporazione e precipitazione di vapore (Bim. III. pag. 199-200, e sopra, pag. 13. 14): il che avviene poi di notte, massimamente serena, in tutte le stagioni. Laonde la evaporazione notturna del terreno non è già contraria alle teoríe fisiche conosciute, ma viene negata contro il fatto generale, perchè non si vuole più ammetterla come causa di rugiada.

Dietro il sig Biot, il sig. Pouillet, e dietro l'uno e l'altro il sig. Belli ammisero pure la ipotesi di Wells; ma in luogo di negare, come il primo, la evaporazione notturna, non ne fecero più parola, o sia la dimenticarono come imbarrazzante, per far dipendere invece la rugiada dall'aqua di saturazione dell'aria, e dal raffreddamento dei corpi al di sotto di questa.

Ma non è poi vero che tale dottrina sia ora generalmente ammessa; imperocchè tanti altri Fisici non hanno obliato il vapore ascendente notturno, e la sua precipitazione trovando l'aria più fredda, come causa di rugiada: sicchè in realtà i citati autori produssero una discrepanza ed una confusione che merita d'essere rischiarata. Per citarne degli altri contrarj, oltre gli Editori del Giornale di Pavía, che nel 1816 scrissero come sopra, si vegga quanto fu detto di analogo da altri Fisici (*Bibliothèque Universelle,* Avril 1824, pagina 260; *Bulletin de Ferussac,* Sect. I. Juillet 1825, pag. 25; Octobre 1826, pag. 291).

Le mie sperienze termometriche, esposte nella premessa Memoria meteorologica, mentre mi avevano dichiarato il diurno accumulamento di calore nel terreno e nei corpi, mi avevano mostrato insieme, che uscendo di notte quel calore accumulato, e portando con sè la umidità nell'aria più fredda, che rimane a basso in absenza dei raggi solari che la riscaldino ulteriormente, doveva avvenire un addensamento di quel vapore, ed esser ciò causa di rugiada (Bim. III. pag. 191).

Era questa una conseguenza legitima delle cose osservate, ed era conforme a tante altre mie osservazioni stando in campagna, il complesso delle quali ponea fuori di ogni dubio l'addensamento del vapore notturno ascendente.

Le prove poi dirette, che di notte il primo strato di terreno, ed anche di neve, è sempre più caldo del primo strato d'aria incumbente, si acquistano facilmente con le osservazioni termometriche relative. In generale queste osservazioni versano su le gradazioni di calore o a molti piedi di profondità, o a molti piedi d'altezza; e sembra essere stato trascurato l'esame delle gradazioni a piccole profondità e a piccole altezze, nelle quali pure sta in gran parte lo scioglimento della questione circa la genesi della rugiada.

Ecco le mie osservazioni in questo proposito.

## OSSERVAZIONE I. — TAV. I.

Nella sera del 27 Genajo 1831, serena e tranquilla, essendo il terreno coperto di neve alta circa un piede, ho collocato due termometrografi a varie altezze dalla superficie della neve, un terzo in contatto della superficie della neve, ed altri due a piccole profondità sotto la superficie di un pollice e di due pollici, come dimostra la Tavola.

I due alti pollici 9. 1/2, e piedi 14. poll. 9, erano termometrografi di Six; gli altri tre erano termometrografi a *minimum*, co'l tubo inclinato, e con l'índice nuotante nel liquido, che lo segue nella discesa, e non nell'ascesa; e questi tre avevano il tubo verso il bulbo piegato ad angolo retto, opportunamente per simili esperimenti.

Mentre io collocava gli strumenti poco dopo il tramontare del Sole, i due immersi nella neve a quelle piccole profondità (n.° V. VI.) si erano arrestati a — 3°, 5; mentre quello in contatto con la neve n.° IV. era disceso rapidamente a — 7°. Con che ho avuto una prova diretta dell'accumulamento di giorno del calore anche nella neve (Bim. III. pag. 203, e sopra, pag. 9-12).

Alla matina seguente ho trovato gl'índici delle minime temperature, come dimostra la prima colonna della Tavola; cioè la temperatura più bassa era stata — 12° del n.° II. nel primo strato d'aria sopra la superficie della neve, e il termometro n.° IV. in contatto di questa era stato a — 11°, un grado più caldo. Sotto la neve poi a quelle piccole profondità, n.° V. VI., di un pollice e due pollici, la temperatura era stata dai cinque ai sei gradi più alta che nel primo strato d'aria n.° II., e di quattro a cinque gradi più alta che alla superficie n.° IV.; mentre da quel primo strato d'aria fino a 14 piedi d'altezza, n.° I., la temperatura non era stata crescente che di tre gradi. Era dunque più calda la neve súbito sotto la superficie, di quello che l'aria a 15 piedi d'altezza della neve, di 2°, 8.

La notte fu sempre serena, e la brina abondante.

Nella notte 29 Genajo 1831, tranquilla e serena, continuando ad essere il terreno coperto di neve, erano collocati cinque termometrografi, come dimostra la Tavola I.: due, n.° II. III., nel primo strato d'aria, grosso pollici 9. 1/2; un terzo alto dalla superficie della neve piedi 14. poll. 9. 1/4; un quarto in contatto con la neve; e un quinto ad un solo pollice di profondità sotto la superficie.

Alla matina del 30 Genajo ho trovato gl'índici delle minime temperature, come dimostra la seconda colonna della Tavola.

I risultamenti furono analoghi a quelli della notte del 27; cioè la temperatura più bassa — 12° fu nel primo strato d'aria, e da poll. 2. 1/2 sino a poll. 9. 1/2 di altezza non vi fu differenza.

Ad un pollice di profondità sotto la neve fu più caldo di 5°, 5.

Alla superficie della neve essendo il bulbo del termometro in semplice contatto, partecipò più della temperatura del primo strato d'aria, che di quella del primo strato di neve; sicchè segnò mezzo grado soltanto di calore più che nel primo strato d'aria.

Dal primo strato d'aria fino a 15 piedi circa di altezza la temperatura fu crescente 3°, 7. E in questa notte la neve súbito sotto la superficie fu più calda dell'aria a 15 piedi d'altezza di 1°, 8.

Anche questa notte fu sempre serena, e con brina abondante.

Nella matina del 30 Genajo, alle ore 8, i termometri segnavano come nella terza colonna. Quella prima azione dei raggi molto obliqui del Sole avea importato che la temperatura più bassa non fosse più in quel primo strato d'aria come alla notte; ma invece alla superficie della neve, e súbito sopra tanto quant'era il diametro del bulbo del termometro: e fratanto la neve un pollice sotto si manteneva, come nella notte, più calda della superficie del primo strato d'aria, benchè la differenza fosse molto diminuita.

Anche nella notte del 31 Genajo 1831, serena e tranquilla, ho fatto esperienza analoga alle due precedenti.

Alle ore 6 pomeridiane, nell'atto ch'io collocava gli strumenti, ho osservato, come nella quarta colonna della Tav. I., che mentre il termometro, profondato un pollice sotto la neve, erasi arrestato a — 5°, 5, quello alla superficie era disceso rapidamente a — 7°, 5; sicchè, in modo simile all'osservato nella sera 29 Genajo, il primo strato d'aria cominciava in quell'ora ad essere due gradi più freddo del primo strato di neve: differenza che poi nella notte aumentò.

La colonna quinta mostra i minimi di quella notte, che fu sempre serena, e con brina abondante. La temperatura più bassa fu, come al solito, nel primo strato d'aria n.° II. Il termometro n.° V., un pollice sotto la neve, fu più alto di 5°, 4; e il termometro n.° IV., in contatto con la neve, partecipando più del freddo del primo strato d'aria, che del caldo relativo della neve, fu solo 1°, 2 più alto che quello n.° II. del primo strato d'aria. Ed anche in questa notte il primo strato di neve a quella piccola profondità n.° II. fu più caldo di 1°, 4 dell'aria a 15 piedi d'altezza n.° 2.

Alle ore 9 della matina seguente del 1.° Febrajo, come dimostra la colonna sesta della Tavola, dopo un'azione prolungata dei raggi del Sole di un'ora e tre quarti circa, la temperatura più alta era alla superficie della neve; e il primo strato di questa, alla profondità di un pollice, avea cessato d'essere più caldo. La temperatura dell'aria avea cominciato ad essere decrescente dal basso in alto, come di giorno è costante.

La notte del 5 Febrajo avea cominciato ad essere coperta. Alla mezza-notte erasi alquanto rasserenata. Alla matina del 6 Febrajo il cielo era leggermente coperto; poi si rasserenò alle ore 11.

Vi fu pure in quella notte della brina, ma meno copiosa che nelle notti delle precedenti osservazioni.

La colonna settima della Tavola mostra un alzamento generale di temperatura molto notabile.

Pure la temperatura più bassa di — 3° fu ancora nel primo strato d'aria, e la temperatura più alta di — 0°, 2 fu ancora nel primo strato di neve; e questo strato fu ancora qualche cosa più caldo della stessa aria a 15 piedi d'altezza.

Alle ore 11. 1/2 della matina seguente, come si vede nella ottava colonna della Tav. I., l'azione dei raggi del Sole avea resa la superficie della neve e il primo strato d'aria più caldi del primo strato di neve; e ad una certa altezza di poll. 9. 1/2, n.° II., un termometro all'ombra era più alto dell'altro n.° IV. in contatto della neve, benchè questo fosse investito dai raggi del Sole, perchè questo termometro e il primo strato d'aria partecipavano del freddo della neve.

## Risultamenti e conclusioni di questa Osservazione I.

Nelle notti serene e tranquille d'inverno, essendo il terreno coperto di neve, il primo strato di questa è sempre più caldo del primo strato d'aria, e di molti gradi. Secondochè il cielo si copre di nubi, quella differenza diminuisce.

Riguardo alla superficie della neve, un termometro in contatto di quella partecipa della temperatura del primo strato di neve e di quella del primo strato d'aria, ma più di questa che di quella.

Siccome il termometro in contatto della neve aveva, secondo la osservazione, mezzo grado o un grado di calore più di un altro nel primo strato d'aria, conseguenza è che la vera temperatura della superficie della neve fosse ancora maggiore, partecipando cioè del calore del primo strato di neve.

Com'è progressivo il raffreddamento del primo strato d'aria secondochè la notte si avanza, così è progressivo anche il raffreddamento del primo strato di neve; ma sempre questo si mantiene molto più caldo di quello.

Come in qualunque istante della notte il calore è crescente nella neve assai rapidamente in giù dalla superficie di sua separazione dall'aria; così il calore è crescente nella stessa aria da quella superficie in su, ma molto più lentamente: cosicchè a 15 piedi d'altezza, secondo la osservazione, l'aria era ancora molto più fredda della neve ad un pollice di profondità.

Giacchè il primo strato di neve in tutte le ore delle notti serene e tranquille è molto più caldo del primo strato d'aria fino anche di 6°; e giacchè è dimostrato da altri sperimenti, che anche la neve, a simiglianza del terreno, continua di notte ad evaporare a qualunque più bassa temperatura (Bim. III. pag. 198. e seg., e sopra, pag. 13 - 16); quel vapore ch'esce più caldo dell'aria deve in questa condensarsi, ed attaccarsi ai corpi in molecole gelate, come la temperatura lo importa: con che si ha una causa dimostrata direttamente dai fatti della formazione della brina.

Le stesse osservazioni ora esposte vengono poi a confermare pienamente quello che ho dedotto da altre nel Bim. III. pag. 191, 198 e seg. (e sopra, pag. 9-10), che di giorno il calore si accumula come nel terreno e negli altri corpi, così anche nella neve; e di notte uscendo per recarsi nell'aria più fredda, porta con sè la neve in istato di vapore anche gelato, ma sempre più caldo dell'aria stessa dove si condensa.

Io dico, che se anche vi fossero altre cause della brina, questa n'è una certamente; e sarebbe sempre una causa di brina più o meno abondante, secondo la differenza di temperatura fra il primo strato di neve e il primo strato d'aria, se anche si verificasse il supposto irraggiamento notturno di calore fino agli spazj celesti; del che parlerò in séguito.

## OSSERVAZIONE II. — TAV. II. E III.

Ora vediamo con simili esperimenti che cosa avvenga di estate e in altre stagioni.

Le due Tavole II. e III. presentano una serie di osservazioni fatte in aperta campagna nell'intervallo di 24 ore dalla sera 21 Luglio 1831 fino alla sera successiva del 22 Luglio con termometri collocati nel primo strato di terreno, nel primo strato d'aria, e alla superficie di separazione dei due strati. Dove si trovano dei vacui mancavano i termometri in quelle ore e in quelle posizioni.

Siccome i numeri 1. 3. 5. della Tavola II. erano termometrografi a *minimum*, già descritti nella Osservazione I.; così nell'ultima colonna ho aggiunte per questi le minime temperature a cui sono giunti in tutta la notte.

Queste due Tavole presentano molte considerazioni; ma per l'oggetto presente basterà raccogliere le seguenti.

1.° Nel primo strato di terreno di giorno si accumula calore, il quale alla notte esce, per essere ripristinato nel giorno seguente.

2.° Non si è presentata alcuna differenza in questo accumulamento dai 6 agli 8 pollici di profondità.

3.° In quelle due profondità l'accumulamento per tutto quel giorno di estate fu piccolo, cioè di 3°, 5; e come di giorno si è operato lentamente, con la stessa lentezza alla notte si è disperso.

Al contrario dai 3 pollici di profondità in su l'accumulamento di giorno fu crescente secondo la prossimità alla superficie, e in conseguenza più rapida fu la emissione notturna.

Per esempio: a 2 pollici di profondità l'accumulamento fu dai 17° ai 26°, 5, o sia di 9.°, 5; e alla superficie fu dai 13°, 8 ai 38°, cioè di 24°, 2.

4.° Mentre nello strato di 6 ed 8 pollici di profondità l'accumulamento fu crescente fino alle ore 7 pomeridiane, negli strati superiori la temperatura cominciò a decrescere prima, e sempre più presto, secondo la prossimità alla superficie.

Così alla profondità di pollici 4 e 2 il calore cominciò a decrescere dopo le ore 5 pomeridiane; ad un pollice di profondità e alla superficie cominciò a decrescere dopo le ore 2. 1/2. Cosicchè mentre lo strato superiore si raffreddava, l'inferiore continuava per un certo tempo a riscaldarsi: il che prova che una parte di calore continuava a discendere, mentre un'altra parte si disperdeva di sopra.

Io assimilo questo effetto curioso a quello che avviene in una barra di metallo, che con una estremità riscaldata s'immerge in un liquido freddo; cioè il calore si divide in due parti: l'una passa nel liquido, e l'altra si difonde nel rimanente della barra (Bim. V. pag. 411).

5.° In tutto il giorno la massima temperatura fu alla superficie, e fu maggiore anche di molto della temperatura del primo strato d'aria, benchè sottile di 2 pollici.

6.° Di notte il primo strato di terreno si va successivamente raffreddando, come il primo strato d'aria.

7.° Quello poi che più importa per l'oggetto presente si è, che per tutta la notte, benchè calma e serena, il primo strato di terreno è sempre più caldo di molti gradi del primo strato d'aria.

Ciò è analogo all'Osservazione I., di aver trovato di notte anche il primo strato di neve molto più caldo del primo strato d'aria.

La differenza fra il primo strato di terreno e il primo strato d'aria nel caso della presente Osservazione fu maggiore nella prima metà della notte, giungendo alle ore 8. 3/4 a 6°, 3; poi la differenza andò decrescendo, ma si conservò sempre, durante la notte, di 4° circa.

8.° Anche la superficie del terreno si mantiene di notte più calda del primo strato d'aria, come nella Osservazione I. si è veduto che la stessa superficie della neve è più calda di quel primo strato. E ripeterò

qui ciò che ho detto in quel luogo, che la differenza in più dalla superficie del terreno, che partecipa del calore del primo strato di questo, dev'essere maggiore di quella mostrata dal termometro in contatto della superficie, perchè questo partecipa del freddo del primo strato d'aria per quanto importa il diametro del suo bulbo, e non segna che un medio di temperatura fra quella della stessa superficie e l'altra del primo strato d'aria.

Da tutto ciò sorge ad evidenza, come nel caso della brina d'inverno, secondo la Osservazione I., che causa certa della rugiada di estate è la condensazione notturna del vapore ch'esce dal terreno. Essendo un fatto incontrastabile, che il terreno anche di notte in tutte le stagioni evapora continuamente, quel vapore ascendente porta con sè la temperatura del primo strato di terreno da cui esce; e trovando l'aria più fredda, si condensa e si attacca ai corpi che incontra. Anzi nella differenza di temperatura fra l'aria bassa e il terreno si conosce una causa che aumenta la stessa evaporazione notturna; perchè il calore accumulato nel terreno tendendo all'equilibrio, porta con sè l'aqua a cui si trova intimamente associato.

E ripeterò qui ciò che ho detto rispetto alla brina: che se anche altre cause vi fossero della rugiada, ne sarebbe sempre una certissima l'addensamento nell'aria del vapore notturno ascendente.

## OSSERVAZIONE III.

Ora riferirò alcune sperienze che riguardano direttamente il convertimento in rugiada di quel vapore ascendente, di cui si nega o si dimentica la esistenza, e che sono una parte di quelle tante di cui ho fatto cenno generalmente nella Introduzione.

Nella sera del 29 Luglio 1831, tranquilla, serena, e abondante di rugiada, ho collocato tre campane di vetro come segue.

I. All'aperto su l'erba d'un prato di recente tagliata.

II. Su l'erba di recente tagliata sotto un pergolato.

III. Su'l nudo terreno in una parte assai folta d'un boschetto di alte piante.

Quando le ho collocate erano le 7. 1/2, e alle ore 12. 1/2 ho trovato quanto segue.

I. La campana all'aperto su l'erba, coperta di abondante rugiada ad ambe le superficie esterna ed interna.

II. Quella su l'erba sotto il pergolato, con la superficie esterna quasi asciutta, e con la superficie interna coperta di rugiada pure abondante, ma qualche cosa meno che il n.° I.

III. In quella collocata nel boschetto la superficie esterna secca, e la superficie interna coperta d'un velo di umidità che ne offuscava la trasparenza, ma meno che al n.° I.

Nella sera del 21 Ottobre 1831, alle ore 5. 1/2, essendo il cielo sereno, ho collocato due campane di vetro co'i loro termometri a lato come segue.

I. Campana su'l nudo terreno allo scoperto.

Termometro a lato in contatto co'l terreno.

II. Campana su'l nudo terreno in una parte molto folta di un boschetto ad alte piante, non molto lontano dal primo luogo.

Termometro a lato in contatto co'l terreno.

Alle ore 8. 3/4 la rugiada era molto abondante da per tutto presso al suolo, ed ho trovato le campane come segue.

I. Quella su'l nudo terreno allo scoperto era coperta di rugiada abondante dentro e fuori, ma qualche cosa più di fuori che di dentro.

Il termometro vicino in contatto co'l nudo terreno segnava + 5°, 8.

II. L'altra su'l nudo terreno, in parte molto folta del boschetto, al di fuori era perfettamente secca, e di dentro era coperta di abondante rugiada, presso a poco quanto ne aveva la superficie interna del n.° I.

Il suo termometro vicino in contatto co'l nudo terreno segnava + 9°.

Queste due sperienze somministrano le seguenti considerazioni.

Il vapore raccolto e condensato dentro le campane collocate in parte folta del boschetto, mentre le superficie esterne erano secche, procedeva certamente dal sottoposto terreno, e non dalla poca aria rinchiusa dentro le campane. Ciò è una conferma del fatto generale già mostrato da tante altre osservazioni, che il terreno in qualunque posizione continua ad evaporare anche di notte.

Se quel vapore condensato avesse dipenduto dal raffreddamento delle stesse campane al di sotto della temperatura dell'aria, si sarebbero coperte di umidità molto più alle superficie esterne; ma queste invece nel boschetto erano secche.

È questo dunque un fatto che dimostra il deposito di umidità notturna ascendente dal terreno, indipendentemente da ogni raffreddamento dei corpi al di sotto dell'aria.

Perchè poi mancasse la rugiada alla superficie esterna delle campane nel boschetto, ed anche su le foglie degli alberi, è dimostrato dal termometro vicino che segnava + 9°, mentre all'aperto altro termometro similmente collocato segnava + 5°, 8. Cioè dentro il boschetto, in parte bassa e folta, il calore accumulato di giorno si conservava come in un grande vaso di molto grosse pareti, presso a poco come si conserva nelle porosità dei grandi corpi e dentro il terreno (Bim. III. pag. 192): per lo che il vapore ascendente non si condensava; e se ciò avveniva dentro la campana, era effetto della saturazione a cui giungeva l'aria dentro la campana, e d'un grado di compressione che soffriva lo stesso vapore dentro il vaso nell'atto di uscire dal terreno.

Effetto simile a quello del boschetto accade nelle notti nuvolose, come tante volte ho sperimentato. Cioè in quelle notti le campane esposte su'l terreno si coprono internamente di umidità molto più che di fuori, e alle volte di fuori restano quasi secche. Però se si lasciano esposte a lungo, si coprono di un velo più o meno denso d'umidità anche di fuori, ma sempre molto meno che di dentro quando la notte è nuvolosa. Al contrario nelle notti serene la umidità è più copiosa su la superficie esterna, che su la interna. E se dopo che la campana è così coperta il cielo si fa nuvoloso, allora si secca per evaporazione la superficie esterna, e la interna si conserva bagnata, e continua a bagnarsi ulteriormente.

È però anche vero che, poste tutte le altre cose eguali, a cielo coperto il vapore notturno ascendente dal suolo e dai vegetabili è minore che a cielo sereno: il che pure ho sperimentato con l'uso delle campane.

Come poi le nubi faciano lo stesso effetto del boschetto, di tenere cioè a guisa di tetto il calore concentrato nell'aria e nei corpi; come impediscano in gran parte il raffreddamento del primo strato d'aria; come anzi portino alzamento di temperatura abbasso con la semplice loro comparsa, il che io pure ho sperimentato: non è questo il luogo di tali indagini. Non sarà difficile la spiegazione quando si consideri la forza di ascensione dello stesso calore per la verticale che sembra evidente (Bim. V. pag. 411), e che sarebbe impedita dalla presenza delle nubi, senza ricorrere al supposto irraggiamento sino agli spazj celesti d'un calore oscuro e di temperature tanto basse.

Per l'oggetto presente basta conoscere che la rugiada si forma certamente per condensazione del vapore che ascende. E in aggiunta alle precedenti osservazioni con la presente risulta, che postochè in un boschetto si forma rugiada dentro una campana posta su'l terreno, e non di fuori; ciò concorre a mostrare la sua provenienza da quel vapore, senza raffreddamento che sia causato da irraggiamento. Imperocchè se quel vapore si condensava dentro la campana del boschetto per compressione, all'aperto deve condensarsi pe'l freddo dell'aria.

## § II.

## I fatti che vengono addotti per fondamento della ipotesi di Wells non sussistono, e sono riprovati.

Stabilita con le osservazioni, e senza ipotesi di mezzo, una causa certa della genesi della rugiada, resta da cercare se altre ve ne siano; e se particolarmente vi sia quella, che di notte il terreno e i corpi si raffreddino per irraggiamento, tanto al di sotto dell'aria da far precipitare sopra di loro il vapore di saturazione contenuto naturalmente nell'aria stessa.

Ma questa ipotesi, come ho detto su'l principio del § I., ha un fondamento contrario a quello della prima causa dimostrata, e suppone il rovescio dei fatti; cioè che di notte la superficie del terreno, o sia il primo strato ch'è lo stesso, e di tutti i corpi che si coprono di rugiada o di brina, si raffreddi molto più dell'aria: e invece il fondamento di fatto sperimentale dell'altra causa dimostrata è, che l'aria sia più fredda di quel primo strato di terreno e della sua superficie. Laonde le due cause non potrebbero coesistere; e dimostrata vera l'una, l'altra di conseguenza è falsa. Conoscendo la contradizione alcuni autori, come dissi, per ammettere la seconda abbandonarono la prima a segno, da non tener più conto del vapore che di notte continua ad ascendere.

La illusione è nata da alcuni fatti che mostrarono anche nel calore una forza raggiante simile a quella della luce. Ma la qualità stessa dei fatti scoperti dovevano renderci molto guardinghi, prima di accordare ad un calore oscuro e di così basse temperature, com'è quello d'inverno massimamente nelle regioni polari, tanta forza raggiante, da trapassare più millia d'aria e di vapori; e niente poi autorizzava a supporre che la stessa aria non si raffreddasse egualmente per irraggiamento, e restasse tanto più calda da far nascere il giuoco della precipitazione del suo vapore di saturazione alle superficie del terreno e dei corpi.

Ma pure si è preteso che alcuni fatti di raffreddamento notturno di certi corpi più dell'aria, e di alcuni fra loro più di altri, siano venuti in appoggio di quella teoría; con che si è finito di abbracciarla esclusivamente.

Io mi sono proposto di esplorare se i pretesi fatti fondamentali sussistano, e darò quì i risultamenti di alcune mie sperienze anche in questo rapporto.

## OSSERVAZIONE IV. — TAV. IV.

Venendo addotto in favore della ipotesi, di cui si tratta, che il così detto *piano erboso*, o sia la bassa erbetta, nelle notti tranquille e serene sia più fredda molti gradi del primo strato d'aria, persino anche di 8° e 10° centígradi, ho voluto riconoscere se ciò fosse vero.

Non feci già il confronto d'un termometro su'l piano erboso con altri ad alcuni piedi d'altezza, perchè ben si sa che nelle notti serene e tranquille dal primo strato d'aria presso al suolo fino a certa altezza il calore in qualunque ora notturna è maggiore di più gradi, come risulta a bastanza anche dalla mia osservazione I. Tav. I., e come risulterà anche dalle seguenti. Invece ho fatto il confronto di un termometro su'l piano erboso con altro al primo strato d'aria all'altezza di un pollice sopra il nudo terreno. La Tav. IV. presenta su di ciò le mie reiterate osservazioni.

Il termometro n.° 2., che la Tavola índica in contatto a'piedi dell'erba tagliata di recente, e ch'è quello che più importa di notare, era collocato co'l bulbo in mezzo a quella per modo; che la toccava nelle sue parti più basse; cosicchè trovavasi esso pure, come il n.° 1., pressochè un pollice alto dalla vera superficie del terreno: imperocchè il così detto *piano erboso* non esiste, nè si dà erba tanto bassa che non vi sia, dov'è fitta, un intreccio di foglie di circa un pollice sopra il terreno.

Il termometro n.° 1. era co'l centro del bulbo alto un pollice sopra una vicina parte ben larga di terreno nudo d'erba.

È indicato a bastanza dalla Tavola come fossero collocati gli altri due termometri n.° 2. e 4.

Su la prima osservazione del 18 Agosto 1831, replicata in diverse ore della notte, io era sorpreso di aver lette tante supposizioni di grandi differenze di temperatura fra l'aria e l'erba. Il termometro n.° 2. fra l'erba era costantemente mezzo grado circa soltanto più basso dell'altro n.° 1.; e in fine alle ore 12 non vi era nè pure questa differenza. E pure la sera non poteva essere più opportuna, giacchè con la serenità e con la calma la rugiada si formava in abondanza.

Nella sera poi 21 Ottobre 1831 ho trovata una differenza notabile, come dimostra la Tavola, fra lo stesso termometro n.° 2. similmente collocato nell'erba, e l'altro n.° 3. posto in contatto del nudo terreno; cioè quello era più basso di questo prima di 1°, 5, poi di 3°, e in séguito di 2°, 5. Ma ho riflettuto che per la Osservazione II. Tav. II. il primo strato di terreno dovea essere più caldo del primo strato d'aria, e che il termometro in contatto del nudo terreno doveva partecipare di quel calore; mentre l'altro termometro n.° 2. n'era isolato dall'erba, fra la quale v'era invece il primo strato d'aria fredda.

Allora ho sospettato che il freddo notturno, che viene attribuito all'erba in confronto dell'aria, anche molto maggiore di quello da me sperimentato, altro non sia che il freddo del primo strato d'aria sottile che si trova fra l'erba bassa in confronto degli strati superiori e dello stesso terreno; e ciò mi fu confermato dalle sperienze delle sere 22 e 23 Ottobre, nelle quali tornando a collocare anche il termometro n.° 1. alto un pollice dal nudo terreno, non vi fu più quasi alcuna differenza co'l n.° 2. collocato fra l'erba, eccettuato il solo mezzo grado della prima osservazione del 18 Agosto; e nè pur questo costante, chè anzi quello fra l'erba n.° 2. ritenne alle volte un mezzo grado di più, come dimostra la Tavola: il che lo attribuisco a qualche ritardo nel suo progressivo raffreddamento in confronto di quello n.° 1. circondato dall'aria libera.

Il termometro n.° 4., collocato su'l nudo terreno, confrontato co'l n.° 3., mostra che in ciascuna ora era più caldo nel boschetto tanto alla superficie del terreno, quanto nel primo strato d'aria; e che anche

colà avveniva un raffreddamento progressivo, ma molto meno rapido che all'aperto: il che certamente dipendeva dal calore accumulato di giorno più conservato negl' involucri del boschetto, e dalla minore evaporazione del terreno coperto.

Che se parliamo di quel mezzo grado circa di minore temperatura che d' ordinario aveva il termometro a' piedi dell' erba n.° 2. in confronto dell' altro n.° 1. ad un pollice di altezza dal terreno, differenza che non era nè pure costante, varie cause vi concorrevano, diverse dal supposto irraggiamento dell' erba. Cioè il maggior calore concepito di giorno da un terreno nudo, in confronto di un altro coperto d' erba; la maggiore umidità che questo ritiene nel giorno in confronto del primo, e quindi la più abondante evaporazione notturna, con che si spiega anche la maggiore quantità di rugiada alla notte fra l' erba; e infine la minore mobilità dell' aria fra l' erba di quello che sopra il nudo terreno, per cui le piccole agitazioni che mescolano gli strati superiori con gl' inferiori portano riscaldamento, e minore dove vi è un inviluppo che impedisca la rinovazione dell' aria, come si vedrà nelle seguenti Osservazioni. Queste sono tutte cause, per cui il primo strato d' aria sottile fra l' erba dee mantenersi alquanto più freddo di eguale strato d' aria sopra il nudo terreno, ma con quelle piccole differenze che sono appunto mostrate dalla Tav. IV.

Non feci il confronto, in queste Osservazioni, del primo strato d' aria sopra l'erba co 'l fondo dell' erba stessa; ma lo feci in séguito, come si vedrà nelle ulteriori Osservazioni, dalle quali è risultato che anche la stessa erba è alquanto più calda del primo strato d'aria che vi sta sopra.

Del resto i risultamenti che presenta la Tav. IV. di Osservazioni sono i seguenti.

1.° In notte tranquilla e serena la superficie del terreno è più calda del primo strato d' aria, come già è risultato chiaramente anche dalla Osservazione II.

2.° La superficie del terreno nudo è anche più calda della superficie a' piedi dell' erbetta.

3.° A' piè dell'erbetta la temperatura è pressochè eguale a quella del primo strato d' aria sopra il terreno nudo, ad un pollice circa di altezza.

4.° Nei luoghi molto coperti, come in un bosco, il primo strato d' aria sopra il terreno si mantiene più caldo del primo strato d'aria sopra un terreno scoperto; e così la superficie di quel terreno si mantiene più calda della superficie di questo.

5.° In tutte quelle situazioni il raffreddamento è progressivo nel corso della notte.

Conseguenza poi di tutto questo è, che il raffreddamento notturno dell' erba dipende da quello del primo strato d' aria e dalla evaporazione, e che non esiste quel maggior freddo dell' erba in confronto dell' aria di più e più gradi, come viene supposto; quando non si voglia fare il confronto fra l' erba ed uno strato d' aria alto molti piedi. Allora è lo stesso che farlo fra quello strato e l' inferiore della stessa aria presso terra.

## OSSERVAZIONE V. — TAV. V. e VI.

Come si asserisce che l' erba in notti tranquille e serene sia molti gradi più fredda dell'aria soprastante, per far precipitare da questa il vapore di saturazione sopra di quella, così viene asserito che alcuni corpi, come molto emittenti il calorico raggiante, si raffreddino in quelle notti molti gradi più dell'aria che li circonda; per esempio, di 6°, 8°, 10° centigradi, per far nascere simile precipitazione.

Ho voluto sperimentare se almeno questo fosse vero, giacchè quanto all' erba si è veduto la falsità della supposizione.

In un prato che aveva l'erba molto bassa, lungi dagli alberi, ho piantato due pali verticali, e fra l'uno e l' altro ho tirato delle funicelle orizzontali a varie altezze, per sospendervi una serie di termometri.

Nella notte del 28 Ottobre 1831, essendo l' aria calda e il cielo perfettamente sereno, ho fatto le osservazioni che sono presentate dalla Tavola quinta. A cominciare dai piedi dell' erba sino all' altezza di piedi 4, pollici 9, ho sospeso una serie di undici termometri alle ore 4. 1/2 pomeridiane. Nella stessa orizzontale, alta piedi 3, poll. 11, vi erano cinque termometri: uno nudo, un secondo vestito con dieci grani di cotone, un terzo vestito con dieci grani di lana, un quarto coperto d' inchiostro della China, e un quinto coperto con foglietta d' argento.

Le osservazioni furono cinque fra le ore 5. 1/2 e le 8, mantenendosi sempre la serenità del cielo e la calma dell' aria; sicchè si formava copiosa rugiada, e la notte non poteva essere più opportuna.

Ma fra i termometri vestiti di lana e di cotone, e quello a bulbo nudo, in luogo di trovare quella grande differenza che viene decantata, io non ho trovato in tutta quella serie di cinque ossservazioni che o

mezzo grado circa, o tutt'al più un grado in meno per quelli vestiti; qualche volta anche niente di differenza fra il nudo e quello coperto di lana.

La differenza più sensibile fu fra il nudo e quello vestito di cotone, il quale si teneva un poco più basso dell'altro vestito di lana; e alle ore 8 giunse ad un grado sotto quello nudo: il che costituì la massima differenza.

Quello coperto d'inchiostro della China si mantenne presso a poco come quello nudo; cioè cominciò con l'essere mezzo grado più alto, poi divenne eguale, e infine era mezzo grado più basso.

Quello coperto con foglia d'argento si manteneva nelle prime ore mezzo grado più alto di quello nudo; giunse anche ad un grado di differenza: e alle ore 8 era invece mezzo grado più basso.

Premessi questi rimarchi, il complesso delle Osservazioni presentate dalla Tavola mostra con certezza:

1.° Che quantunque la notte avesse tutte le condizioni richieste, i termometri vestiti di lana e di cotone furono soltanto d'una frazione di grado, o tutt'al più d'un grado, più bassi del termometro nudo ad una stessa altezza; sicchè la lana ed il cotone non si raffreddano di sotto dell'aria que' tanti gradi che viene supposto.

2.° Che il termometro vestito di cotone fu un poco più basso di quello vestito di lana; ma d'una frazione di grado, o tutt'al più di mezzo grado.

3.° Che il termometro vestito di foglia d'argento fu per un certo tempo più alto di quello nudo; ma soltanto di mezzo grado, o al più d'un grado, che poscia si è equilibrato, e in séguito è divenuto anzi più basso; sicchè non si verifica che le superficie metalliche si riducano e si mantengano nelle notti tranquille e serene tanti gradi più calde della superficie del vetro, come viene supposto.

4.° Che in tutti gli strati d'aria esplorati, cioè da 7 pollici sopra il terreno fino a piedi 4. poll. 9 di altezza, dalle ore 5. 1/4 fino alle ore 5. 1/2 vi fu un riscaldamento, e poscia un progressivo raffreddamento non interrotto fino all'ultima ora delle osservazioni; mentre a' piè dell'erba n.° 7. il raffreddamento fu sempre progressivo anche dalle ore 5. 1/4 fino alle 5. 1/2.

5.° Che il raffreddamento fu più celere nelle posizioni inferiori di quello che nelle superiori, con la differenza da 3° a 1° nelle tre ore di osservazioni.

6.° Che in ogni ora dal fondo dell'erba fino all'ultima altezza esplorata il calore era crescente, e più rapidamente a basso che in alto; e che la differenza dei due estremi fu crescente in quello spazio di tempo da 2°, 3 fino a 3°, 5.

Il sig. Wells disse avere trovato che a 4 piedi d'altezza dal suolo un termometro involto in dieci grani di lana era divenuto in due ore circa più freddo di 9° 1/2 Fahr., o sia 4° 1/2 circa Reaumur, di un altro nudo; e che nel medesimo tempo un termometro su'l piano erboso era divenuto più freddo di quello di 12° Fahr., o sia 5° 1/2 di Reaumur (*Bibliothèque Britannique*, 1815, Vol. I. pag. 108).

Il sig. Prof. Belli, nel suo recente Trattato di Fisica, Tom. II. pag. 201, è andato ancora più innanzi, non con esperienze proprie che non cita, ma riferendo supposizioni altrui, co'l dire che la lana, il cotone, le piume ec. si raffreddano di 6, di 7, ed anche di 8 gradi centígradi al di sotto della temperatura dell'aria che li circonda.

Si vede quanto tali supposizioni siano lontane dalla verità mostrata dalla esperienza.

Riguardo a ciò che riferisce il sig. Wells, molto meno di quanto hanno poi esaggerato i seguaci della sua dottrina, io non ho trovato, come dimostra la Tav. V., nè meno la differenza ch'egli racconta fra il piano erboso e l'altezza di piedi 4, e fra un termometro nudo ed uno vestito di lana: cioè ho trovato molto di meno, massimamente nel secondo confronto.

Siccome il sig. Wells adoperò un tavolo a collocare i suoi termometri vestiti in confronto del nudo sospeso in aria, ho sospettato che il tavolo avesse potuto avere influenza con l'impedire in gran parte che i termometri collocativi sopra venissero investiti dal vapor caldo ascendente dal terreno.

Per iscioglierе questo dubio ho fatto nella notte 21 Novembre 1831 l'esperimento mostrato dalla Tavola VI. Sopra un tavolo di noce quadrato, di un piede e 8 pollici di lato, alto 3 piedi, ho collocato due termometri, vestiti l'uno di dieci grani di cotone, l'altro di dieci grani di lana; e alla stessa altezza ne ho sospesi all'aria altri due egualmente vestiti, con un terzo a bulbo nudo. Ne sospesi due altri a maggiori altezze, di piedi 4. pol. 1, e di piedi 4. poll. 11, e due altri a minori altezze, di piedi 1. poll. 3, e di 6 pollici dal suolo. Finalmente ne ho collocato un decimo in contatto al fondo dell'erba. La Tavola mostra:

1.° Che non vi fu differenza notabile fra i termometri vestiti di lana e cotone posti su'l tavolo, egli

altri egualmente vestiti, e sospesi in aria alla stessa altezza: con che restò sciolto il dubio che nasceva dal confronto della mia precedente Osservazione, Tavola V., con quello che fu riferito da Wells.

2.° Che fino a tanto che l'aria fu tranquilla, e il cielo sereno, i termometri vestiti di lana e cotone tanto su'l tavolo, quanto sospesi in aria, erano di solo mezzo grado circa più freddi di quello a bulbo nudo alla medesima altezza: il che fu d'accordo con la precedente Osservazione del giorno 28 Ottobre, Tavola V.

3.° Che dalle ore 5, 50' fino alle ore 7 per la sopragiunta agitazione dell'aria tutti i termometri in tutti gli strati d'aria si erano riscaldati, invece che proseguire con l'ordinario raffreddamento notturno che avviene ad aria tranquilla; mentre quello a' piè dell'erba n.° 6. avea sofferto un leggiero raffreddamento ulteriore.

4.° Che nulladimeno si conservava anche ad aria agitata una certa gradazione di temperatura crescente dal basso in alto, ma con minori differenze: il che mostra una mescolanza avvenuta con gli strati superiori d'aria ancora più caldi.

5.° Che alle ore 8, essendo diminuita l'agitazione dell'aria, i termometri in tutti gli strati avevano ricominciato a raffreddarsi, benchè fossero apparse delle nubi al zenith, senza però giungere ancora al freddo primitivo delle ore 5, 50', e conservandosi sempre la gradazione di calore crescente dal basso in alto.

6.° Che al contrario lo strato d'aria più basso in contatto del fondo dell'erba, almeno quello grosso come il diametro del termometro, dalle ore 7 alle 8 erasi riscaldato di 0, 7, in luogo di continuare a raffreddarsi, come avea fatto prima quando gli altri si riscaldavano, e in luogo di seguire il sopragiunto raffreddamento dei superiori: il che mostra ancora calore procedente dalla mescolanza dei varj strati.

7.° Che alle ore 7, quando vi era venticello, i termometri vestiti di lana e cotone erano più freddi 1°, e 1°, 3 di quello nudo alla medesima altezza; o sia la differenza fra quelli e questo era divenuta maggiore di quella che vi era alle ore 5, 50', quando l'aria era tranquilla.

8.° Che quando alle ore 8 l'agitazione dell'aria era alquanto diminuita, anche la differenza fra il termometro nudo e quelli vestiti era pure alquanto scemata, riducendosi questi più freddi 0, 7 e 1.°

9.° Che all'altezza di tre piedi, a cui erano collocati i termometri nudo e vestiti, in quelle ore non si formava rugiada, trovandosi questa confinata all'erba, e poco di sopra: il che era effetto certamente della sopragiunta agitazione d'aria, che non ha permesso il raffreddamento progressivo degli strati d'aria, e che anzi ha prodotto un riscaldamento.

Mi fermerò sopra i risultamenti 2. 7. 8, i quali mostrano che, secondochè l'aria è più o meno agitata, cresce o diminuisce la differenza fra i termometri vestiti di lana e cotone, e un termometro nudo alla stessa altezza dal suolo.

Come di giorno le agitazioni d'aria anche leggerissime ed insensibili fanno discendere i termometri molto sensibilmente (Bim. I. pag. 41), il che è dovuto certamente alla mescolanza dell'aria fredda superiore con la calda inferiore; così di notte serena è il contrario: cioè l'agitazione dell'aria fa ascendere i termometri, come dimostra la Tav. VI.; e ciò è dovuto alla mescolanza dell'aria calda superiore con la fredda inferiore. Se si soffia con la bocca per un tubo sopra un termometro, si fa ascendere di molti gradi.

Ora è chiaro che il vestimento di lana o cotone impedisce in parte la rinovazione d'aria attorno il bulbo del termometro: quindi i termometri vestiti devono di notte ad aria agitata riscaldarsi meno dei nudi. Ecco la causa della differenza osservata secondo il risultamento n.° 7.

E siccome l'aria non è mai del tutto tranquilla nè di giorno nè di notte, e le piccole agitazioni insensibili vi sono sempre; questa causa di riscaldamento quasi perenne agirà più sopra un termometro nudo, che sopra un altro vestito di lana e cotone. Ecco la causa della piccola differenza di mezzo grado circa, che dimostrano in meno le Tavole V. VI. nei termometri vestiti in confronto dei nudi, quando le agitazioni di aria erano insensibili. Crescendo queste agitazioni, o sia la causa riscaldante, cresce la differenza; e diminuita quella diminuisce questa, come dimostra la Osservazione, Tav. VI.

Ora si vede anche perchè la minore mobilità dell'aria fra l'erba concorra a mantenere un termometro fra questa mezzo grado circa più basso di un altro alla stessa altezza di un pollice, ma collocato sopra il nudo terreno, come nella Osservazione IV. Tav. IV. Oltre le altre cause che ivi ho accennate, vi è anche questa, che l'erba, come il cotone e la lana, impedisce alquanto la rinovazione dell'aria attorno il termometro in virtù di quelle piccole agitazioni che di notte sono causa di riscaldamento.

Si noti infine, che nella notte 28 Ottobre, mentre fra il termometro nudo e i due vestiti di lana e cotone vi era quella piccola differenza ch'è mostrata dalla Tav. V., si formava copiosa rugiada, come dissi di sopra, per causa di essere tranquilla e serena la notte; e che al contrario nella notte 21 Novembre, in cui la

differenza fra il termometro nudo ed i vestiti era maggiore, come nella Tav. VI., si formava poca rugiada confinata all'erba, e poco di sopra, nè giungeva all'altezza dei termometri a causa del venticello. Se la rugiada dipendesse dal maggiore raffreddamento dei corpi che si dicono molto emittenti il calorico raggiante in confronto dell'aria, di cui si vuole ad un tempo stabilire la temperatura con un termometro nudo; la rugiada sarebbe stata anzi più abondante nella sera 21 Novembre, in cui la differenza fra i termometri vestiti e il nudo fu maggiore. Laonde è anzi riprovato che la rugiada dipenda da maggior freddo per irraggiamento in confronto dell'aria. Il maggior freddo poi de' termometri vestiti di lana e cotone, in confronto di un altro nudo, invece che dipendere da irraggiamento, dipende dall'altra causa quì sopra assegnata di agitazione d'aria.

Io poi non ho trovata quella differenza di 4°. 1/2 Reaumur, che riferisce il sig. Wells; ed ora che ho determinata la causa della differenza, dubito ch'egli possa aver fatti i suoi esperimenti in aria alquanto agitata, invece che tranquilla, non tenendo conto forse di quelle aure o venticelli che di notte sono tanto frequenti, e che sono poco o nulla sensibili al tatto, massimamente appunto per la mescolanza che avviene dell'aria calda superiore con la fredda inferiore. Nel qual caso egli ha preso per effetto d'irraggiamento quello che invece fu effetto dei movimenti d'aria, che riscaldarono più il termometro nudo di quello che gli altri inviluppati.

## OSSERVAZIONE VI. — TAV. VII.

Viene anche detto che la sabbia nelle notti serene si raffredda più dell'aria, e che i metalli, come il mercurio, si raffreddano più dell'aria, ma meno della sabbia e di altri corpi che si chiamano emittenti, sicchè conservano una temperatura media fra l'aria e quei corpi.

Fu riferita su ciò un'antica sperienza del sig. Wilson, dell'anno 1784, di avere esposto nella notte serena, ma non affatto tranquilla, in un largo *cabaret*, 24 libre di mercurio, della sabbia fina in altro *cabaret* simile ed eguale; e di aver trovato, dopo tre ore, un termometro posto su la sabbia, a 0°; un altro posto su quel mercurio, a + 2°; e un terzo sospeso in aria alla stessa altezza, a + 4°; (*Bibliothèque Britannique*, 1797, Vol. III. pag. 326).

Ho voluto fare una sperienza simile combinata ad altre; ma ho adoperato masse di sabbia e di mercurio molto minori, per vedere più presto le variazioni; e invece di collocare i termometri su le superficie, li ho immersi in quelle sostanze, per avere di queste le vere temperature; perchè un termometro che tocchi la superficie non può segnare che un medio fra la sostanza e l'aria contigua, come consta anche dalle precedenti Osservazioni.

La Tavola VII. presenta il quadro di tale mia esperienza, che viene anche a ripetere e in parte a variare le precedenti.

Nella sera 16 Dicembre 1831, ch'era perfettamente serena e tranquilla, dopo una serie di giorni coperti, e di temperatura dolcissima in questa stagione, ho disposti sopra un prato otto termometri, come dimostra la Tavola.

Io non avea fatto con le precedenti Osservazioni il confronto tra il fondo dell'erba e lo strato d'aria un pollice sopra; ed a ciò furono destinati li numeri 5. 6., ch'erano due termometrografi a *minimum*, co'l tubo ricurvo; come li ho descritti nella Osservazione I.

Il tavolo indicato al n.° 3. conteneva:

1.° Un termometro sdrajato, ma che co'l bulbo sporgeva all'infuori di cinque millímetri di diametro; sicchè questo era esposto a tutta l'azione del vapore ascendente dal suolo.

2.° Un termometro co'l bulbo di sei millímetri di diametro, tenuto immerso a forza in un vaso rotondo di ferro quasi pieno di mercurio, largo poll. 4. lin. 11, e profondo 6 linee.

3.° Un termometro co'l bulbo di 6 millímetri di diametro, immerso per mezzo pollice nella sabbia fina, ch'empiva un vaso rotondo di latta, largo poll. 3, lin. 10, e profondo lin. 10.

A due altre altezze di piedi 2. poll. 10. 1/2, e di piedi 4. poll. 9, num. 1. 2., erano sospesi due altri termometri.

Erano le ore 4. 1/2. Il mercurio e la sabbia avevano di temperatura + 8° circa.

Parlando dei termometri nudi, si vede in ciascuna colonna il solito progressivo aumento di calore dal basso in alto; e per ciascun termometro si vede nelle serie orizontali il solito progressivo raffreddamento

nel corso della notte: il tutto come nelle precedenti Osservazioni. Fuorchè nel termometro n.° 5., alto un pollice dal fondo dell'erba, nell'ultima ora, dalle 9. 1/4 fino alle 10. 1/4, vi fu un riscaldamento del quale parlerò.

Prima di parlare d'altri oggetti che presenta la Tavola, osservo che il n.° V., alto un pollice dal fondo dell'erba, si mantenne costantemente più basso del n.° VI. in contatto a'piè dell'erba, con una differenza crescente da 0°, 7 fino a 1°, 7; la quale poi nell'ultima Osservazione ha diminuito fino a 1°, 2. Vedendo tanta differenza fra i due termometri in così piccola distanza, alle ore 9. 1/4 ho collocato al n.° V. un secondo termometrografo a *minimum* di simile costruzione e alla medesima altezza; e all'ultima Osservazione delle ore 10. 1/4 ho trovata anche con questo presso a poco la stessa differenza, come dimostra la Tavola.

Dunque anche sopra l'erba il primo strato sottile d'aria è molto più freddo dell'erba stessa; come abbiamo veduto essere del primo strato d'aria sopra il terreno nudo, ed anche del primo strato d'aria sopra la neve (Osservazioni I. II). E insieme è confermato quanto era già da prevedersi, che il fondo dell'erba partecipa del calore notturno del terreno.

È anche notabile, che alle ore 9. 1/4 a quel livello di un pollice sopra il fondo dell'erba la rugiada era gelata su lo stesso termometro n.° V., che segnava — 2°, 2; mentre subito sotto fra l'erba n.° VI. la rugiada era ancora sgelata: il che mi confermò la esattezza della differenza segnata dai due termometri.

Alle ore 10. 1/4 il gelo della rugiada su l'erba e su i termometri erasi alquanto alzato; ma era ancora confinato al primo strato d'aria, grosso due pollici circa. Di sotto fra l'erba n.° VI. la rugiada era ancor liquida, com'era ancor liquida all'altezza di poll. 6. 1/2, n.° 4. La congelazione progressiva al livello n.° V., e poco di sopra, fu la causa per cui quel termometro dalle ore 9. 1/4 fino alle ore 10. 1/4 soffrì un riscaldamento notabile passando da — 2°, 2 a — 1°, 7.; cioè pe'l calorico latente dell'aqua che si svolgeva nella congelazione.

Portiamo ora l'attenzione ai tre termometri n.° III., collocati alla stessa altezza dal suolo: uno co'l bulbo nudo fuori del tavolo, esposto liberamente all'aria ed al vapore ascendente; un secondo immerso nella sabbia fina; un terzo nel mercurio. Per le dimensioni dei due vasi i volumi della sabbia e del mercurio erano pressochè eguali, e la superficie del mercurio era maggiore.

Il termometro immerso nella sabbia, un'ora dopo essere in esperienza, cioè alle ore 5. 1/2, era presso a poco alla stessa temperatura di quello nudo all'aria; poi decrebbe più di quello all'aria sino ad essere quattr'ore dopo, cioè alle ore 9. 1/4, più freddo di 2°, 7.

Dalle ore 9. 1/4 fino alle 10. 1/4 quel termometro all'aria fu stazionario, e quello nella sabbia si è riscaldato di un grado; mentre tutti gli altri nudi più alti e più bassi, e compreso quello n.° VI. al fondo dell'erba, avevano continuato a raffreddarsi. Il n.° V., un pollice alto, erasi pure nella stessa ora riscaldato; ma per la causa quì sopra dichiarata.

Il mercurio nella prima ora, dalle 4. 1/2 alle 5. 1/2, ritardò più dell'aria e della sabbia a raffreddarsi, conservandosi più caldo di 2° circa; ma poi alle ore 6. 1/2 aveva la stessa temperatura dell'aria, ed era più caldo della sabbia. Nelle due ore successive, fino alle 9. 1/4, si raffreddò più rapidamente non solo dell'aria, ma anche della stessa sabbia. Poi dalle ore 9. 1/4 fino alle ore 10. 1/4 si è riscaldato di un grado circa, come fece la sabbia.

Quindi il mercurio fu prima più caldo della sabbia, poi più freddo; e mercurio e sabbia giunsero in due epoche distinte alla temperatura dell'aria, e poi divennero più freddi.

È notabile che il mercurio cominciò a raffreddarsi rapidamente dopo che cominciò a coprirsi di rugiada, cioè dopo le ore 6. 1/2: il che a prima vista sembra favorevole alla ipotesi dell'irraggiamento; ma questo favore svanisce quando si rifletta che il mercurio avea già cominciato a coprirsi di rugiada quando era giunto precisamente alla stessa temperatura dell'aria di + 2°, 5 alle ore 6. 1/2: il che sta direttamente contro la ipotesi, che esige i corpi molto più freddi dell'aria per la precipitazione del suo vapore naturale.

Il riscaldamento poi d'un grado nell'ultima ora, dalle 9. 1/4 alle 10. 1/4, tanto della sabbia quanto del mercurio al livello n.° III., dove non vi era principio alcuno di congelazione d'aqua che svolgesse il suo calorico latente, e mentre tutti gli altri termometri nudi sotto e sopra continuavano a raffreddarsi, eccettuato il n.° VI. alto un pollice, che nella stessa ora si riscaldò pe'l gelo che ivi cominciava; tale riscaldamento, dico, della sabbia e del mercurio è un fenomeno singolare, ch'io non veggo conciliabile in modo alcuno con la ipotesi dell'irraggiamento: imperocchè essendovi ormai tanto uno strato d'aqua su'l mercurio, quanto dell'aqua fra la sabbia, come la trovai inumidita, ed attribuendosi all'aqua una somma forza emit-

tente, il raffreddamento, secondo la ipotesi, avrebbe dovuto proseguire, invece che convertirsi in riscaldamento, mentrechè l'aria stessa sotto e sopra continuava a raffreddarsi.

Al contrario la precipitazione crescente del vapor caldo, che ascendeva dal terreno sopra il mercurio e sopra la sabbia, rende facile ragione di quel riscaldamento; imperocchè il vapore caldo, che si precipitava, comunicava a quelle masse il proprio calorico di temperatura, e latente.

Che se gli altri termometri sospesi nell'aria e quello fra l'erba, in luogo di riscaldarsi per la stessa causa, continuavano invece a raffreddarsi, egli è perchè come corpi piccoli non potevano concepire e ritenere una temperatura tanto differente da quella dell'aria; ed è appunto come corpi piccoli che si adoperano i termometri alla misura della temperatura aerea, perchè si ritiene che non possano mai averla differente che di minima quantità.

Egli è per questo che non si potrà mai conciliare con l'ipotesi dell'irraggiamento, che corpi piccolissimi e di esili dimensioni si coprano di rugiada, perchè questi non potrebbero mai ridursi tanto più freddi dell'aria, quanto importa quella ipotesi; e invece sono sempre molto più carichi di rugiada e brina in relazione dei corpi maggiori, come sono gli spigoli, le punte, le prominenze d'ogni sorta, i peli vegetabili, le pagliette, e persino le bave dei ragni, che contraggono un intonaco grosso a dismisura, massimamente con la brina d'inverno.

Ma ciò sia detto di passaggio, perchè appartiene alla mia terza proposizione circa i fatti assai numerosi che stanno contro quella ipotesi.

Qual è poi la causa che la sabbia ed il mercurio dopo alcune ore si erano ridotti più freddi del termometro esposto all'aria ed al vapore ascendente allo stesso livello, con differenza crescente sino a 3°, come dimostra la Tavola?

Chi è preoccupato dalla ipotesi dell'irraggiamento notturno vedrà certamente in ciò una prova di questo irraggiamento. Ma se anche ciò fosse, non ne seguirebbe che avesse prodotta la rugiada: prima, perchè la differenza crescente fino a quel massimo era troppo piccola per farne dipendere la precipitazione dell'aqua di saturazione dell'aria; in secondo luogo, perchè, come si è detto di sopra e come dimostra la Tavola, il mercurio avea già cominciato a coprirsi di rugiada alle ore 6. 1/2, quand'era precisamente alla stessa temperatura dell'aria.

Ma è poi anche molto dubioso, se o qual parte abbia avuto l'irraggiamento nel produrre quel freddo del mercurio e della sabbia al di sotto dell'aria; imperocchè altre cause si possono ravvisare di quell'effetto. Nelle notti serene vi sono cause di raffreddamento e cause di riscaldamento, che agiscono più prontamente su i corpi minori, che su i maggiori.

Causa di raffreddamento è il contatto con l'aria, la quale si va progressivamente raffreddando, e gradatamente più a basso che in alto, come dimostrano le Osservazioni. Comunque sia la causa di questo fatto, che non credo ancora a bastanza nota, si può intanto spiegarlo o con la discesa dell'aria fredda dall'alto, che non si riscalda più in absenza dei raggi solari; o con la forza di ascendere verticalmente dello stesso calore: il che sembra provato da fatti recentemente osservati (Bim. V. pag. 411-412).

E di fatto, la così detta *forza evaporante* dei liquidi e di molti solidi cosa è altro, se non che la forza dello stesso calorico di ascendere per la verticale, portando con sè le molecole del corpo che formano il vapore?

L'azione dell'aria fredda su i corpi, essendo proporzionale alle superficie, abbassa più prontamente la temperatura dei corpi minori, che hanno maggiori superficie in relazione alle masse. Quindi abbiamo veduto nella Tavola VII. le masse di sabbia e di mercurio raffreddarsi più tardi d'un termometro alla stessa altezza.

Vi sono poi nelle stesse notti serene due cause riscaldanti, che agiscono pure per contatto proporzionalmente alle superficie; e sono il vapor caldo ascendente che si precipita, e le agitazioni dell'aria, delle quali l'azione riscaldante fu manifesta dalla Osservazione V.

Ordinariamente nelle notti serene prevale la causa raffreddante, come lo mostrano i termometri; ma al sopragiugnere delle agitazioni d'aria prevale per un tratto di tempo questa causa riscaldante, come si è veduto nella Osservazione V. Tav. VI. E se non prevale, diminuisce notabilmente l'effetto dell'azione raffreddante.

Quindi non è meraviglia se dopo che l'azione raffreddante ha penetrato nelle prime ore masse notabili isolate dal terreno, al sopragiungere della causa riscaldante si vede il piccolo corpo di un termometro dive-

nire qualche grado più caldo di quelle masse maggiori. Una piccola agitazione d'aria farà ascendere di notte un termometro sospeso, o diminuirà la sua discesa ulteriore, mentre non produrrà effetto sensibile sopra una massa molto maggiore collocata sopra un tavolo.

Quindi vediamo nella Tavola VII., che i moti d'aria delle ore 6. 1/2, 7. 3/4 e 9. 1/4 non influirono su i termometri bassi V. VI., nè su quelli immersi nel mercurio e nella sabbia, tanto quanto hanno influito su gli altri I. II. III. sospesi all'aria libera; essendo stato il raffreddamento progressivo in questi men rapido che in quelli, ed anche men rapido di quello che avvenne nella notte tranquilla del 28 Ottobre, Tav. V.; e simile invece per lentezza a quello della notte 21 Novembre, Tav. VI., in cui vi furono pure leggiere agitazioni d'aria.

Le maggiori differenze nella Tavola VII. n.° III. fra i due termometri immersi nella sabbia e nel mercurio e quello nudo, esposto a tutti i moti d'aria e al vapore ascendente, furono nelle ore 6. 1/2, 7. 3/4, 9. 1/4, nelle quali appunto vi furono i moti d'aria. Cessato il moto d'aria alle ore 10. 1/4, quella differenza era diminuita; e la causa riscaldante della copiosa precipitazione del vapore influiva sensibilmente nelle masse di mercurio e di sabbia collocate su'l tavolo, le quali cominciavano ad alzarsi di temperatura.

Laonde quando si tien conto della causa riscaldante ch'è concorsa ad agire più su'l piccolo termometro nudo del n.° III., che sopra le masse notabili di mercurio e di sabbia, la differenza mostrata dalla Tavola fra quelle e questa da 1°, 5 a 3° dee dipendere, almeno in parte, da questa causa; e perciò poco o nulla di tale differenza resta da attribuirsi al calorico raggiante della sabbia e del mercurio, il quale già oscuro e a bassa temperatura non può essere che di forza debolissima.

In nessun caso poi si può ravvisare quella differenza come causa della precipitazione del vapore, perchè anche tutti i termometri nudi si erano coperti, come dirò quì sotto.

Prima di passar oltre rifletto anche ad un altro fenomeno presentato dalla Tav. VII. Quantunque alle ore 9. 1/4 la massa di mercurio fosse a — 1°, e alle ore 10. 1/4 si mantenesse a 0°; pure lo strato d'aqua che lo copriva non era gelato, benchè fosse sottile: il che è conforme a quanto ho riferito nel Bim. III. pagina 203, e sopra a pag. 16-17, che i metalli hanno la proprietà di tener liquide ed anche di liquefare, se sono gelate, le piccole masse d'aqua: nel che certamente vi è un'azione elettrica, o simile all'azione elettrica.

E come i metalli hanno anche per analogía la facoltà di volatilizzare le molecole d'aqua o liquide o gelate più dei corpi non metallici, così credo esser questa la causa per cui si coprono di rugiada meno degli altri corpi, e più facilmente se ne spogliano; fuor che agli spigoli anche dei metalli la brina si trova in abondanza: il che è un'altra prova, che l'attaccarsi è un effetto di azione elettrica, o simile all'azione elettrica (Bim. III. pag. 204, e sopra a pag. 17-18).

Concludendo infine anche su l'oggetto primo di questa ultima Osservazione, che fu quello di riconoscere, co'l riscontro della esperienza di Wilson, se era vero che il mercurio esposto in notte serena conservi una temperatura media fra la sabbia e l'aria, dirò con la scorta della mia Tav. VII., che questa pure, come tante altre in questo argomento, è una legge imaginaria; perchè invece il mercurio era prima più caldo dell'aria e della sabbia, poi si è equilibrato con l'aria, poi si è raffreddato più della stessa sabbia, e si mantenne più freddo di questa anche dopo che il raffreddamento era cessato, e succedeva un riscaldamento.

Nè si dica che nel mio caso il mercurio non abbia seguíta la regola del sig. Wilson, perchè si coprisse d'aqua; imperocchè anche il mercurio del sig. Wilson si andava coprendo di brina, e fu in quello stato ch'egli stabilì una conservazione di media temperatura del metallo fra l'aria e la sabbia.

Egli è invece che il sig. Wilson con la sua esperienza, fatta con termometri su le superficie, non misurò le vere temperature della sabbia e del mercurio; che si è fermato anche ad un termine immaturo, massimamente adoperando quella grande massa di mercurio di 24 libre; e ch'egli ha preso per costante quel rapporto fra i due termometri, ch'era invece passeggero.

## CONCLUSIONE DEL § II.

**Si cerca se sussistano i fatti fondamentali che vengono addotti per sostenere che la rugiada sia una precipitazione del vapore di saturazione contenuto naturalmente nell'aria su le superficie del terreno, dei vegetabili e dei corpi, per raffreddamento di questi al di sotto dell'aria stessa, prodotto da irraggiamento notturno del loro calore negli spazj celesti.**

Per fondare tale teoría con le sperienze, invece che con la fantasía, bisognava:

1.° Con l'igrómetro di condensazione alla mano, per esempio quello di Daniell, trovare di notte la densità del vapore alla temperatura dell'aria in un luogo dove l'aria fosse riparata dal vapore straniero che ascende dal terreno e dai vegetabili.

2.° Determinare quindi la temperatura inferiore a quella attuale dell'aria, in cui quella densità sarebbe la massima; ossia quella, nella quale l'aria con quel vapore sarebbe giunta al suo termine di saturazione.

3.° Provare co'l termometro che i corpi su i quali si depone la rugiada giungano a quella temperatura più bassa di quella dell'aria.

Per esempio, se un'aria di primavera a 10° di temperatura è molto secca co'l vapore che contiene, non si ridurrebbe satura se non che abbassandosi fino a 0°. Laonde per far precipitare il suo vapore in rugiada su i corpi converrebbe che questi si raffreddassero per irraggiamento almeno fino a 0°.

Se di estate l'aria + 30° è secca, perchè si precipitasse il suo vapore su i corpi sarebbe necessario che si raffreddassero sino a + 15°, e così di séguito. In somma, bisognava provare che i corpi, su i quali si depone la rugiada, si raffreddassero per irraggiamento almeno tanto quanto il termometro dell'igrómetro a condensazione posto in esperienza.

E come in generale l'aria è sempre lontana di molti gradi dalla estrema sua umidità co'l vapore che contiene, sarebbe necessario un raffreddamento notturno dei corpi anche i più esili di molti gradi al di sotto dell'aria, secondo quella ipotesi; e tanto più, quanto più l'aria è secca.

E siccome la rugiada non manca mai di formarsi quando è sereno e l'aria è tranquilla, per quanto questa sia secca, ed anzi comincia a formarsi presso all'occaso, e in qualche luogo anche prima, si vede qual rapido raffreddamento, secondo la ipotesi, dovrebbero i corpi subire; e se tanto ne subissero nelle prime ore presso l'occaso, che sarebbe poi per tutto il corso della notte? Il raffreddamento diventerebbe enorme.

E tale rapidissimo raffreddamento dovrebbe ammettersi maggiore nei corpi esili, che sono quelli che più di rugiada si coprono; mentre invece quanto più sono esili, più devono avvicinarsi alla temperatura dell'aria. Per esempio, una bava di ragno dovrebbe divenire e mantenersi di molti gradi più fredda dell'aria, il che è un assurdo; nè vi sarebbe termometro che misurasse la temperatura dell'aria, massimamente perchè anche tutti i termometri si coprono di rugiada.

Come dunque stabilire che i corpi si riducano tanto più freddi dell'aria, se non v'è termometro, secondo la ipotesi, che misuri la temperatura di questa? Perchè la ipotesi importa così, e niente per altro. Si vuole dunque sottomettere i fatti alla ipotesi, e non dedurre questa dai fatti.

Le sperienze del sig. Wells e di altri sono ben lontane dal presentare quelle differenze che sarebbero necessarie, perchè su i corpi si precipitasse il vapore di saturazione dell'aria; e le mie osservazioni di riscontro, che ho esposte, mostrano quelle differenze ancora minori, affatto insufficienti a produrre quella precipitazione, indipendenti anche dall'irraggiamento; e riferiscono nello stesso tempo fatti i più certi e costanti, ch'erano obliati, su'l calore del terreno e su'l vapore notturno ascendente, che mostrano le vere cause del fenomeno.

Invece di fare le accennate sperienze con l'igrómetro di condensazione, fu supposto a dirittura il raffreddamento necessario, secondo la ipotesi; e per sostenerla furono anche esaggerati gli stessi risultamenti delle sperienze di Wells.

Quindi si legge nel *Traité de Physique expérimentale et mathématique de M.r Biot*, Tomo IV. pag. 663, parlando della causa della rugiada sopra una lastra di vetro: *Sa température devra s'abaisser au-dessous de celle de l'air; et la différence pourra devenir assez considérable pour déterminer une précipitation d'eau.*

Quindi si legge negli *Éléments de Physique expérimentale et de Météorologie* del sig. Pouillet, che ha seguíto il sig. Biot nell'ammettere la ipotesi (Tomo II. Parte II. pag. 746): *Ainsi pendant une belle nuit d'été, l'observateur qui parcourrait une plaine pour observer avec un thermomètre très-sensible la température du sol, et des diverses objets dont il est couvert, trouverait infailliblement de très-grandes différences dans ces températures: les couches inférieures de l'air étant, par exemple, à 12°, il trouverait dans quelques endroits le sol ou le gazon à 2° ou 3° seulement; d'autres corps seraient à 5° ou 6°; d'autres à 8° ou 10°; et plusieurs seraient sans doute à une température plus*

*haute que celle de l'air. Ce fait fondamental une fois établi, l'explication de la rosée et de tous ses accidens ne présente plus aucune difficulté.*

Ma è appunto questo fatto fondamentale che non sussiste, e ch'è riprovato. Quanto sia favolosa tutta quella supposizione di ciò che troverebbe un osservatore in una passeggiata notturna è dimostrato dalle Osservazioni che ho esposte. Invece che il suolo sia tanto più freddo del primo strato d'aria, è molto più caldo; ed è più calda anche la superficie. Invece che il fondo dell'erba sia tanto più freddo di quel primo strato d'aria, è anzi sensibilmente più caldo; e fra l'erbetta la temperatura è pressochè eguale a quella del primo strato d'aria sopra il nudo terreno. Che se l'erba è più fredda degli strati d'aria alti alcuni piedi, egli è perchè l'erba viene raffreddata dallo strato inferiore della stessa aria e dalla evaporazione.

Viene dunque supposto, in favore della ipotesi, precisamente il rovescio dei fatti, supponendo caldo quello ch'è freddo, e freddo quello ch'è caldo. Riguardo ad altri corpi isolati dal terreno, come sabbia e mercurio, non su'l principio quando si forma e si depone la rugiada, ma nel corso della notte ed assai lentamente li ho trovati più freddi dell'aria; ma non con quelle differenze che vengono descritte fra l'uno e l'altro, e fra essi e l'aria. Fra termometri immersi in quelle sostanze, ed altro esposto all'aria alla medesima altezza, ho trovato la differenza da 1°, 5 a 3°, e per cause dichiarate dalla Osservazione VII. e dalle precedenti, le quali non lasciano che poca o niuna influenza in quelle differenze all'irraggiamento notturno, il quale già per sè stesso non potrebb'essere che debolissimo, trattandosi di calore oscuro di bassa temperatura, e con l'impedimento dell'aria e dei vapori.

Il sig. Belli, dietro i signori Biot e Pouillet, seguendo la stessa ipotesi nel suo *Corso elementare di Fisica* sopra citato, Tomo II., ammette presso a poco le stesse supposizioni di fatto, ma con qualche differenza. A pag. 574, dove parla della rugiada, si riferisce a quanto avea detto a pag. 201 - 202 circa l'irraggiamento notturno; e dice che *la lana, il cotone, le piante ec., collocate in mezzo all'aria in una notte tranquilla, si raffreddano di 6, di 7, ed anche di 8 centigradi al di sotto della temperatura dell'aria che li circonda. I corpi metallici invece, posti nelle medesime circostanze, non si raffreddano che di uno o due gradi.* E quanto all'erba dice che *la superficie non solo si raffredda per la molta facoltà emittente, ma altresì per la difficoltà con cui il calorico vi ascende dal sottoposto terreno.*

Le supposizioni in genere sono quelle medesime del sig. Pouillet, ed egualmente favolose: fuorchè almeno il sig. Belli si è accorto che il terreno dev'essere caldo, invece che tanto freddo, come lo fa il signor Pouillet; senza però fare a meno per questo di ammettere la ipotesi consacrata da quelle autorità. D'onde si vede che i sostenitori di tali supposizioni non sono nè pure d'accordo fra loro.

Concludendo pertanto come nella mia seconda Proposizione, non sussistono e sono riprovati i fatti che vengono addotti per fondamento della ipotesi, che fa procedere la rugiada dalle precipitazioni dei vapori di saturazione d'aria su i corpi raffreddati più d'essa per notturno irraggiamento. Cioè tale ipotesi importa che il terreno e i corpi, i quali si coprono di rugiada e di brina, si raffreddino di notte molti gradi al di sotto dell'aria, e tanto più quanto l'aria è secca, e tanto quanto è necessario per ridurre l'aria in contatto al termine di saturazione co'l vapore che contiene. Il che non essendo mostrato dalle osservazioni, vi fu supplito con la imaginazione, per servire alla ipotesi; ed ora le mie Osservazioni mostrano che i fatti sono anzi contrarj a tali supposizioni.

## § III.

## Della genesi progressiva della rugiada, dipendentemente dal vapore notturno che ascende.

È noto che la rugiada si va formando di notte dal basso in alto, e che la sua quantità in quel senso è sempre decrescente: il che è uno dei fatti contrarj alla ipotesi dell'irraggiamento, al quale però non si è voluto badare, perchè la ipotesi dovea prevalere, ed essere la dominatrice dei fatti, invece che esserne la conseguenza.

Avendo dimostrato le Osservazioni del § I., che una causa di rugiada è il vapore ascendente dal terreno e dai vegetabili, che si condensa nel primo strato d'aria più freddo; e che questa sarebbe sempre una, se anche altre ve ne fossero; mi occuperò qui a mostrare come da quella causa proceda il progressivo suo alzamento e il suo decremento dal basso in alto.

Partirò sempre dai fatti; e la Osservazione VII. della notte 16 Dicembre 1831 mi ha dato un esempio distinto di tale progressiva generazione.

Si vedrà da questo esempio, che in tale argomento s'impara più in una notte d'osservazione, di quello che fantasticando sistemi nei gabinetti, e leggendo i libri che lo hanno trattato imperfettamente, benchè comunissimo; come sono trattati imperfettamente nei libri, per difetto di osservazioni, tutti gli oggetti di Meteorología.

### Continuazione dell'Osservazione VII. Tav. VII., nel rapporto della genesi progressiva della rugiada, e argomenti che ne sorgono contro la ipotesi dell'irraggiamento.

Si prenda sott'occhio di nuovo l'ultima Tavola, che contiene anche delle annotazioni relative alla rugiada, e riferirò il di più che ho osservato.

Alla prima osservazione delle ore 5. 1/2 la rugiada cominciava su l'erba, ed era poco sensibile di sopra. Fratanto il termometro fra l'erba n.° VI. era a + 2°; e quello nel primo strato d'aria, alto un pollice, n.° V., era a + 1°, 3, cioè più freddo di 0°, 7.

Non può darsi dunque che la rugiada incipiente su l'erba fosse una precipitazione del vapore contenuto naturalmente nell'aria, perchè anzi l'aria era più fredda dell'erba. È chiarissimo invece, che quella era una precipitazione del vapore ascendente dal terreno, già dimostrato di notte più caldo dell'erba e del primo strato d'aria dalle precedenti Osservazioni I. II. IV., Tav. I. II. IV.

Alle ore 6. 1/2 la rugiada era divenuta più abondante su l'erba, ed erasi alzata fino al n.° III., alto piedi 2. poll. 3; copriva già il termometro più basso n.° IV., e quello n.° III. 1. esposto all'aria; ed avea formato un tenue velo su'l mercurio. In quell'ora il mercurio avea la stessa temperatura + 2°, 5 del termometro nudo alla stessa altezza, il quale si suppone che misurasse la temperatura dell'aria. Dunque non è vero che il deposito di rugiada dipenda dal raffreddamento dei corpi al di sotto dell'aria: conseguenza che da questo fatto ho tratta anche di sopra.

La rugiada in quell'ora non era ancora giunta sensibilmente al n.° II., alto piedi 2. poll. 10. 1/2; e quel termometro aveva precisamente la stessa temperatura + 2°, 5 del n.° III. 1. nudo, e del mercurio posto su'l tavolo. Da quello a questi non v'era che la differenza di altezza di 7 in 8 pollici. E pure il più basso e il mercurio al n.° III. aveva rugiada, e quello un poco più alto no. Tale differenza non potrebbe darsi, se la rugiada fosse una precipitazione del vapor naturale dell'aria su i corpi più freddi di essa. Siano pure, se si vuole, più freddi dell'aria anche i termometri che si coprono di rugiada. Ma dei due termometri vicini II. e III. 1., alla stessa temperatura di + 2°, 5, uno era secco, l'altro con rugiada. Dunque è falsa la supposizione che la loro temperatura ne sia la causa.

Anche il termometro n.° I., due piedi e mezzo più alto del n.° III., era secco, ed avea la temperatura + 3°; cioè mezzo grado soltanto più del termometro n.° III. 1. coperto di rugiada, e del mercurio n.° III. 2. che aveva pure un velo di rugiada.

Questi sono fatti chiarissimi, che distruggono la ipotesi del raffreddamento dei corpi al di sotto dell'aria per irraggiamento notturno, come causa di rugiada.

Io avea già detto nel Bim. I. degli *Annali* pag. 38 (e sopra pag. 5), che la mancanza di rugiada a certa altezza è un fatto contrario a quella ipotesi. Il Prof. Belli, nel suo *Corso elem. di Fisica*, Tom. II. pag. 573, avendo ormai abbracciata la ipotesi, ha inteso di accomodarla a quel fatto dicendo, che la mancanza di rugiada ad una certa altezza *nasce senza dubio dal minore raffreddamento che può aver luogo a tale altezza dal suolo tanto nell'aria, quanto nei corpi isolati;* e cerca poi di spiegare come questo minore raffreddamento possa aver luogo, ad onta del più libero irraggiamento in alto. Ma egli stesso in altro luogo del medesimo suo libro, a pag. 202, ha detto che in alto, poste le altre cose eguali, l'irraggiamento dovrebbe raffreddare di più. *L'effetto dell'irradiazione sopra un corpo dev'essere molto più grande nelle regioni elevate che nelle basse, tanto più che in quelle la rarezza dell'aria, rendendo minore l'attitudine di questa a comunicare calorico per contatto, concorre al medesimo effetto.*

Quando poi si trattò di difendere la ipotesi contro un fatto che la distrugge, allora non fu più vero che l'*irradiazione* in alto produca maggiore raffreddamento, introducendovi invece delle cause di riscaldamento. Senza dilungarmi nell'esame di queste contradizioni, vi è qui il fatto che decide se sia vero, che a quell'altezza, dove non vi è ancora rugiada, sia minore il raffreddamento dell'aria e dei corpi. Noi abbiamo qui invece il termometro n.° III. 1. a + 2°, 5, ch'era coperto di rugiada; e un altro un poco più alto, n.° II., egualmente a + 2°, 5, che n'era spoglio.

Ma proseguiamo con la Osservazione. Alle ore 7. 3/4 la rugiada era divenuta più copiosa, ed erasi alzata di più. Copriva tutti i termometri indicati dalla Tavola, ma decrescendo dal basso in alto; com'era visibilissimo che i termometri più alti n'erano meno carichi.

Il mercurio del n.° III. era pur coperto di velame di rugiada un poco più denso che alle ore 6. 1/2.

Ma ecco un altro fatto che porge nuovo argomento irresolubile contro la ipotesi di Wells. Il termometro n.° I., alto piedi 4. poll. 9, in quest'ora conservava la stessa temperatura + 3°, che aveva nell'ora precedente delle 6. 1/2. E pure in quest'ora delle 7. 3/4 era coperto di rugiada, e nell'antecedente n'era spoglio. Dunque non era la sua temperatura, nè quella dell'aria, che facesse precipitare il vapor naturale di questa. E quì si tratta anche precisamente dello stesso livello e dello stesso termometro, che alla medesima temperatura una volta era secco, e più tardi era bagnato.

Più ancora: alle ore 6. 1/2 il termometro n.° II, che aveva + 2°, 5 di calore, era spoglio di rugiada; e alle ore 7. 3/4 il termometro n.° I., che aveva + 3° di calore, n'era coperto: cioè in due strati e in due ore differenti il termometro più caldo era bagnato, e un altro men caldo era secco. Dunque la rugiada non dipende nè dalla temperatura dei corpi, nè da quella dell'aria, quando si fa astrazione dal vapore che ascende dalla terra.

E per ultimo confronto: alle ore 6. 1/2 il termometro n.° II. segnava + 2°, 5, ed era secco; e alle ore 9. 1/4 il termometro più alto n.° I. segnava pure + 2,° 5, ed era bagnato. Dunque di nuovo la rugiada non dipende nè dalla temperatura, nè dal vapore che l'aria di notte contiene indipendentemente da quello che ascende dal terreno.

Alle ore 9. 1/4 la rugiada era aumentata da per tutto, e sopra tutti i termometri. Il mercurio su'l tavolo era più coperto di rugiada, che nelle ore precedenti; la quale erasi conformata a gocciole, non più a strato sottile. Su'l bulbo del termometro n.° V., alto un pollice dal fondo dell'erba, e un poco di sopra su'l suo tubo, la rugiada cominciava a gelarsi, mentre era ancor liquida tanto sotto fra l'erba, quanto di sopra, come ho detto anche nella prima parte di questa Osservazione.

Nella quinta ed ultima osservazione delle ore 10. 1/4 la rugiada erasi molto alzata, perchè trovai bagnati tutti que' rami anche grossi che potei toccare alzando il braccio, mentre nelle prime ore erano secchi.

La rugiada cominciava ad essere gelata su l'erba e su i termometri n.° V., che in quest'ultima osservazione erano due allo stesso livello. Essendo termometrografi a *minimum*, con la scala inclinata, ho potuto accorgermi dal vestimento gelato di una parte dei loro tubi, che il gelo era ancora confinato al primo strato d'aria, grosso due pollici circa. Al fondo dell'erba la rugiada era ancora liquida, com'era liquida su'l termometro n.° IV., alto pollici 6. 1/2, il quale di fatto segnava in quell'ora + 0, 5.

Quindi è sempre vero che di notte serena e tranquilla nel primo strato d'aria, sottile un pollice o due, vi è il massimo freddo; e che in quello strato comincia il gelo, il quale si va dilatando sotto e sopra co'l progresso della notte più o meno rapidamente, secondo le circostanze. Nel caso della mia osservazione essendo lento il progresso della congelazione, ho potuto discernere dove abbia principio, e come si dilati sotto e sopra.

Un piatto di terra pieno di sabbia, poggiato su l'erba, la quale in questa stagione era assai bassa, e si può dire sdrajata, avea contratto sotto il suo fondo uno strato molto notabile di gelo, che lo rendeva aderente all'erba stessa. Non era quello certamente effetto d'irraggiamento di calore negli spazj celesti dalla superficie inferiore del piatto. E se si vuole che siasi raffreddato per irraggiamento di sopra del calore della sabbia, sarà sempre vero che la poca aria fra il piatto e l'erba non potea contenere di proprio tanta umidità da formare quella crosta di gelo. Quell'aqua che si è poi gelata era evidentemente ascesa dal terreno.

Il complesso della presente Osservazione su l'alzamento progressivo della rugiada, conforme già a tante altre, porge il seguente processo di sua formazione.

## Vera genesi progressiva della rugiada dal vapore ascendente notturno.

Per maggiore facilità si concepisca l'aria, che di notte incombe al terreno, divisa in istrati di grossezze crescenti presso a poco con la progressione di 2 pollici, 3 pollici, 1 piede, 3 piedi, 5 piedi ec.

Secondo le osservazioni, súbito dopo l'occaso o in prossimità, e avanzandosi la notte, avviene quanto segue:

1.° Il calore accumulato di giorno nel primo strato di terreno e nei corpi aderenti, più caldo quello strato di molti gradi del primo strato d'aria nelle notti tranquille e serene, come nelle Tavole I. II., esce insieme con l'aqua in vapore, il quale si condensa in contatto del primo strato d'aria e dei corpi che v'incontra più freddi di lui.

2.° Una parte di vapore sfuggendo al contatto dell'aria e dei corpi nel primo strato, continua ad ascendere; e trovando il secondo strato d'aria men freddo del primo, più difficilmente e in minor quantità o niente affatto si condensa, anche perchè la densità del vapore è diminuita dalla parte lasciata indietro nel primo strato.

3.° Fratanto altro vapore continua ad ascendere dal terreno, e subisce lo stesso destino nel primo strato d'aria, con la differenza di maggiore precipitazione, secondochè il freddo di quello strato si è aumentato, giusta le osservazioni. Avviene quindi un accumulamento maggiore, o sia una maggiore densità del vapore nel secondo strato d'aria; e quindi una facilità maggiore d'essere precipitato: facilità che viene aumentata dal raffreddamento progressivo anche nel secondo strato mostrato dalle osservazioni. Quindi dopo un certo tempo comincia la rugiada anche nello strato secondo.

4.° In modo simile dal secondo strato d'aria nel primo período di tempo e nel secondo passa una parte del vapore nel terzo strato; e continuando il passaggio anche in un terzo período di tempo, se ne accumula tanto da poter essere in parte precipitato con l'abbassamento ulteriore di temperatura, che avviene, secondo le osservazioni, anche nel terzo strato. Quindi in un certo período di tempo comincia anche in questo la rugiada.

5.° E come nè pure nel primo strato d'aria tutto il vapore che vi giunge non si precipita, chè anzi la precipitazione cresce gradatamente, secondo il nuovo vapore che arriva, e secondo l'abbassamento progressivo di temperatura; così di quel vapore ne passa continuamente nel quarto strato d'aria, e in un quarto período di tempo, dee pure in quello cominciare e proseguire la rugiada, secondochè più vapore si va accumulando, e secondochè prosegue ad abbassarsi la temperatura.

Lo stesso si ripete negli strati superiori dell'aria.

Quindi è che la rugiada si alza sempre più con l'avanzarsi della notte; in ogni tempo è decrescente dal basso in alto; e in ciascuna notte arriva a certa altezza; e non più oltre.

Quindi vediamo anche, secondo la Tavola VII., nella stessa ora un termometro basso coprirsi di rugiada, e uno più alto alla stessa temperatura essere ancor secco; perchè in quello strato superiore non era ancor giunto il vapore a tale densità da precipitarsi a quella temperatura.

Quindi, secondo la stessa Tavola, vediamo ad un livello un poco più alto lo stesso termometro conservare da un'ora all'altra la stessa temperatura, ed essere secco nella prima ora, e bagnato nella seconda, perchè nella prima ora non vi era in quello strato tanto vapore accumulato da precipitarsi a quella temperatura; e ciò invece avveniva in un tempo posteriore per l'aumentata densità del vapore in quello strato.

Quindi vediamo nella Tavola due termometri in due strati e in due ore differenti alla stessa temperatura, dei quali il più alto ad una certa ora avanzata era bagnato, e il più basso qualche ora prima era secco. Le cause sono sempre le medesime: cioè nello strato superiore ad ora avanzata era giunto tanto vapore da precipitarsi a quella temperatura, mentre qualche ora prima non n'era giunto ancor tanto nello strato inferiore, che aveva la stessa temperatura.

In somma, il fenomeno è collegato co'l principio, che il vapore è più prossimo alla sua precipitazione, secondochè cresce la sua densità e si abbassa la temperatura, non potendo l'aria ad una temperatura determinata tenerne sospesa che una certa quantità. Ma l'applicazione di questo principio alla genesi della rugiada dipende dal vapore notturno che ascende, e dal progressivo raffreddamento dell'aria dal basso in alto. La quantità di vapore, che l'aria naturalmente contiene al giungere della notte, non fa che rendere in ciascuno strato o più vicino o più lontano il tempo della condensazione di quello che di nuovo vi ascende alla notte.

Tutto essendo dipendente dall'ascensione continua di questo vapore, e dal progressivo raffreddamento degli strati d'aria, e più degl'inferiori che dei superiori, dunque il fenomeno non dipende dall'irraggiamento notturno del calore dei corpi: ipotesi che non ha in suo favore se non la illusione, e che bene esaminata si trova direttamente contraria ai fatti.

## § IV.

## Fatti contrarj alla ipotesi, che l'irraggiamento notturno di calorico sia causa della rugiada.

### 1.° *Freddo del primo strato d'aria.*

Il primo fatto contrario a tale ipotesi è quello, che di notte tranquilla e serena il primo strato d'aria è più freddo del primo strato di terreno, del primo strato di neve d'inverno, e di tutto ciò che partecipa della temperatura del terreno, com'è il fondo dell'erba.

Parliamo prima del fatto, e poi delle sue conseguenze, contro la ipotesi. Quel fatto è posto fuori d'ogni dubio dalle Tavole delle mie Osservazioni inserite nel Bim. VI. 1831 degli *Annali* ec., e sopra a pag. 21-30.

La Tavola I. mostra che d'inverno nelle notti serene e tranquille la neve, anche ad un solo pollice o due di profondità, è più calda di cinque o sei gradi di Reaumur del primo strato d'aria incumbente, anche grosso di 9 a 10 pollici; e che a 15 piedi d'altezza l'aria era ancora più fredda di alcuni gradi di quel primo strato di neve. La stessa Tavola mostra insieme che un termometro in contatto della superficie della neve era più alto di un altro sospeso in quel primo strato d'aria, perchè co'l suo bulbo partecipava del calore della neve e del freddo dell'aria, ma più di questo che di quello.

La Tavola II. mostra che d'estate in notte tranquilla e serena, mentre si raffreddano progressivamente l'aria e il terreno, questo però alla profondità di 1. 2. 6 pollici si mantiene sempre più caldo del primo strato d'aria, almeno sino a due pollici d'altezza, di 4 a 6 gradi Reaumur; e che similmente, come nel caso della neve, un termometro in contatto co'l terreno segna un medio di temperatura fra il primo strato d'aria e il terreno, partecipando però più del freddo dell'aria, che del caldo del terreno.

La Tavola IV. mostra, in conformità alla II.:

1.° Che mentre nel corso di una notte tranquilla e serena si raffreddavano progressivamente l'aria, il terreno e l'erba, un termometro in contatto del nudo terreno segnava costantemente un grado o un grado e mezzo più che un termometro ad un pollice di altezza sopra lo stesso terreno.

2.° Che un termometro a basso fra l'erba tagliata corta segnava da 1° a 3° meno di un altro in contatto del terreno nudo allo scoperto, ma presso a poco la stessa temperatura di un termometro ad un pollice di altezza sopra lo stesso terreno nudo: sicchè la temperatura fra l'erba bassa è presso a poco la stessa del primo strato d'aria; e l'erba corta, a guisa del bulbo del termometro che si trovi in contatto co'l terreno, partecipa più del freddo del primo strato d'aria, di quello che del caldo del terreno, il quale d'altronde sotto l'erba è meno riscaldato di giorno, di quello che il terreno nudo.

Le Tavole V. e VI. di osservazioni notturne, benchè dirette principalmente ad altri oggetti, mostrano:

1.° Che un termometro a'piè dell'erba tagliata corta, nel progressivo raffreddamento generale notturno di tutti gli strati d'aria e dell'erba stessa, era da mezzo grado a due gradi e mezzo più freddo di un altro termometro alto sei o sette pollici.

2.° Che quel termometro a'piè dell'erba non risentiva che più tardi il riscaldamento degli strati incumbenti, prodotto dalle agitazioni dell'aria, e mostrato nella Tavola V.

Ma era già dimostrato dalla Tavola IV., che a'piè dell'erba la temperatura era la stessa che ad un pollice o due di altezza sopra il nudo terreno; sicchè fra i sei o sette pollici di altezza e l'erba dovea essere molto decrescente la temperatura della stessa aria: dal che doveva procedere il freddo dell'erba.

Questo è ciò che mostra chiaramente verificato la Tavola VII., la quale fa per ultimo il confronto fra la temperatura del fondo dell'erba e il primo strato sottile d'aria sopra la stessa erba. Si vede appunto, che mentre a pollici 6. 1/2 di altezza un termometro era più caldo d'un grado o d'un grado e mezzo di un altro al fondo dell'erba, all'altezza d'un pollice un termometro investito dalla sola aria era più freddo di quello fra l'erba, con la differenza da uno a due gradi.

Tutte queste osservazioni concorrono dunque a mostrare:

1.° Che neve e terreno, anche alle più piccole profondità, sono molto più caldi del primo strato d'aria sottile.

2.° Che il primo strato sottile d'aria è più freddo di tutto.

3.° Che la superficie, sia della neve, sia del terreno, con tutto ciò che vi è aderente come l'erba, o in semplice contatto come il bulbo di un termometro, hanno una temperatura media, che partecipa del caldo del terreno o della neve, e del freddo di quel primo strato sottile d'aria.

Il confronto poi della Tavola I. con la VII. mostra che a bassa temperatura sotto lo zero, ed essendovi la neve, l'aumento di temperatura nell'aria dal basso in alto è men rapido che a temperature maggiori; perchè di fatto, secondo la Tavola I., un termometro alto pollici 2. 1/2 era a — 12°, come l'altro alto pollici 9. 1/2; e al contrario, secondo la Tavola VII., da un pollice a poll. 6. 1/2 di altezza v'era la differenza prima di un grado, e in séguito di tre e più.

In fine le Tavole V. VI. e VII. mostrano che un termometro poggiato su l'erba è più freddo di tre ed anche di quattro gradi Reaumur di un altro all'altezza di quattro in cinque piedi. Ma sarebbe in grande errore chi da ciò deducesse, che l'erba sia più fredda dell'aria che le sovrasta, e che la sua minore temperatura dipenda da causa diversa dalla temperatura dell'aria stessa; perchè, discendendo da quei quattro o cinque piedi, la temperatura dell'aria si trova decrescente, e prima di giungere all'erba si trova l'aria più fredda dell'erba stessa.

E nè meno un termometro su l'erba segna la vera temperatura di questa, ma una media fra l'erba che partecipa del calore del terreno, e il freddo dell'aria soprastante.

Fu questo l'errore di Wells, di concludere dal confronto di un termometro su l'erba con un altro a quattro e più piedi d'altezza, che nelle notti tranquille e serene la temperatura dell'erba sia di molti gradi inferiore a quella dell'aria (*Bibliothèque Britannique*, 1815, Vol. I).

Così sarebbe in grande errore chi, posto un termometro alla superficie della neve, ed un altro ad alcuni piedi d'altezza nell'aria, vedendo quello di alcuni gradi più basso di questo, deducesse che dunque la neve è più fredda dell'aria soprastante. Imperocchè, discendendo da quell'altezza, si trova, come dimostra la Tavola I., l'aria stessa sempre più fredda, e si arriva ad uno strato, dove un termometro segna più freddo di quello posto alla superficie della neve; e questa poi, a qualunque profondità anche piccolissima, si trova di molti gradi più calda di quello strato inferiore d'aria: e infine il termometro alla superficie, in luogo di segnare la temperatura della neve, segna un medio fra la neve e l'aria, e partecipa più del freddo dell'aria, che del caldo della neve.

Fu questo l'errore di Wilson, che fu poi seguíto da tutti gli altri. Egli fece il confronto di un termometro poggiato su la neve, *couché sur la neige*, con altro alto quattro piedi dal suolo; e per aver veduto questo più alto di quello, ha concluso che la neve è molto più fredda dell'aria (*Bibliothèque Britannique*, anno 1797, Vol. III.): conclusione che fu poi ripetuta nei Trattati di Fisica, e che essendo ammessa per assioma, viene decantata quale conseguenza della grande forza emittente del calore in raggi, che si attribuisce all'aqua anche gelata.

Ma invece il fatto si è, che la neve è molto più calda dell'aria che le sovrasta da vicino; ed è quindi anche di fatto, che la neve non obedisce a quella grande forza emittente che vogliono darle i Fisici.

Nello stesso modo ragionando su le Tavole II. e IV., le quali mostrano di notte un termometro in contatto del nudo terreno alquanto più caldo di un altro ad un pollice o due di altezza nell'aria, e un terzo profondato un pollice, due o sei sotto sempre più caldo di quello alla superficie; si conosce che sarebbe in grave errore chi, confrontando di notte serena un termometro alla superficie del terreno con un altro alto alcuni piedi, per esempio quattro o sei, e trovando questo più caldo di quello, ne deducesse che il terreno è più freddo dell'aria. Imperocchè dalla superficie in su la temperatura dell'aria cresce rapidamente; e discendendo da quell'altezza, si trova invece un sottile strato d'aria inferiore molto più freddo di tutti, e poscia si trova il terreno molto più caldo: cosicchè il termometro alla superficie non segna che un medio di temperatura fra l'aria fredda ed il terreno caldo, partecipando più di quella che di questo.

Wells medesimo non ha sconosciuto il calore notturno del terreno in confronto dell'aria; ma ne parlò soltanto per farne il confronto con la temperatura, secondo lui, dell'erbuccia, e ch'è invece la temperatura del primo strato sottile d'aria. Quindi ha detto, che nelle notti tranquille e serene la temperatura del suolo a mezzo pollice e ad un pollice sotto la superficie era più alta di quella dell'erbuccia che la copriva; e che nelle stesse notti le superficie d'un viale arenato e d'un terreno lavorato sono sempre più calde di quella dell'erba corta, e qualche volta anche dell'aria. Invece di dire *qualche volta*, bisogna dire *sempre*, quando si parla del primo strato sottile d'aria sopra il terreno; ed è appunto quel primo strato che raffredda anche l'erbetta.

Il dire *qualche volta,* senza indicare l'altezza dello strato d'aria, è dire cosa assai vaga. La temperatura poi d'una superficie non si misura con un termometro, come più volte ho detto, perchè questo non segna che un medio fra il terreno o l'erba, e l'aria che vi sovrasta.

Il fatto dunque generale è questo: che nelle notti tranquille e serene, e in qualunque stagione, o neve o terreno sono sempre molto più caldi dell'aria sovrastante, crescendo il calore sino a certa profondità, e diminuendosi con la progressione della notte; e che nella stessa aria sovrastante (presso al suolo molto più fredda di questo) la temperatura aumenta in senso inverso fino a certa altezza, ma molto meno rapidamente che sotto la neve e sotto il terreno, fino anche ad eguagliare la temperatura di quella e di questo; e sempre con diminuzione progressiva in ogni strato nel corso della notte.

Riguardo all'erba che sta attaccata al terreno e vi sovrasta, il fatto conseguente a quei principali, e dimostrato dall'esperienza, è questo: che l'erba nel suo fondo partecipa del calore del terreno, e di sopra partecipa del freddo dell'aria.

Tale essendo il fatto, è direttamente contrario alla ipotesi, che suppone tanto irraggiamento notturno di calore dal terreno, dalla neve, dall'erba, e da altri corpi negli spazj celesti, da farli raffreddare di sotto dell'aria, e tanto da far precipitare sovr'essi il vapore d'aqua in quella contenuta. Imperocchè questa ipotesi importerebbe che il massimo freddo notturno, che si trova nel primo strato d'aria alto uno, due o tre pollici, e d'inverno sopra la neve anche nove o dieci pollici, gli venisse comunicato dal terreno, dall'erba o dalla neve raffreddati per quell'irraggiamento: nel qual caso quel primo strato d'aria sarebbe tutt'al più alla stessa temperatura del primo strato di terreno, dell'erba o della neve. Ma invece questi sono molto più caldi, com'è più caldo il fondo dell'erba. Dunque il fatto sta contro la ipotesi.

Non vi è stravaganza che non sia stata sostenuta in favore di questa ipotesi, la quale con le sue attrattive illusorie vincolò a sè stessa dei talenti molto distinti. Si arrivò persino ad isolare in un certo modo le superficie dai corpi, per fare che quelle e non questi si raffreddino molto al di sotto della temperatura dell'aria (Belli, *Fisica,* Volume II. pag. 571). Quindi non sarebbe da meravigliarsi se si sostenesse ancora, che bensì il terreno e la neve, a qualunque profondità anche piccola, sieno più caldi dell'aria sovrastante; ma che le loro superficie per irraggiamento si raffreddino assai più, e che le stesse superficie raffreddino l'aria sovrastante a quel segno. Oltr'essere un assurdo l'isolare in tal forma le superficie dai corpi a cui appartengono per quanto sieno poco conduttori, vi è poi il fatto mostrato dalle mie Tavole: che anche un termometro in contatto della superficie della neve o del terreno era più caldo di un altro nel primo strato d'aria. Se le superficie che si vogliono isolare fossero tanto fredde come l'aria sovrastante, o anche di più, come importerebbe la ipotesi, un termometro in contatto non potrebb'essere più alto di un altro un poco sopra nell'aria, ma sarebbe anzi più basso.

Dunque non regge il soccorso che si volesse recare alla ipotesi isolando le superficie dai corpi e dal terreno, onde far raffreddare quelle e non questi per irraggiamento.

Ma è un assurdo il supporre che la superficie debba contrarre e conservare per tutta la notte una temperatura molto più bassa del terreno e della neve, o del corpo a cui appartiene; e che debba ritenerla anche più bassa di quella dell'aria in contatto. Per tal modo la superficie di separazione fra due corpi di temperature diverse, in luogo di partecipare d'entrambe ed avere una media, come lo mostrano i termometri, dovrebbe acquistare e conservare una temperatura fredda sua propria, differentissima dalle due: chimera questa chè nessuna esperienza conferma, e ch'è contraria a quanto è conosciuto circa la comunicazione di calore per contatto.

### 2.° *Deposizione di rugiada e brina su'l nudo terreno.*

Il secondo fatto, contrario alla ipotesi di cui parliamo, è quello, che la rugiada e la brina si depongono anche su'l nudo terreno.

È singolare la confusione che regna nei libri di Fisica riguardo alla temperatura notturna del terreno in confronto di quella dell'aria, dove trattano della rugiada, facendo derivare quella temperatura dall'irraggiamento notturno.

Chi può credere di buona fede che il terreno riscaldato per tutto il giorno dai raggi del Sole divenga ad un tratto più freddo dell'aria? e tanto più freddo da far precipitare al suo contatto il vapore di quella, per quanto sia secca? Di fatto la rugiada non manca mai in istato di serenità e di calma, ed è prontissima al declinare del Sole, ed anche prima dell'occaso in luoghi ombreggiati.

Qui si trovano in contradizione fra loro, ed anche con sè stessi, gli autori che sostengono la ipotesi di Wells. Imperocchè alcuni non possono a meno di riconoscere anche di notte il terreno più caldo dell'aria che vi sovrasta; altri francamente lo dánno per assai più freddo; ed altri infine, ora più caldo, ora più freddo.

L'imbarrazzo è molto significante, perchè quelli che riconoscono il terreno più caldo dell'aria non possono assolutamente ammettere che su'l terreno si depositi brina o rugiada; giacchè, secondo la ipotesi, sarebbe necessario che il terreno fosse più freddo dell'aria. Quindi questi tali, quando parlano di rugiada o brina, schivano di parlare del terreno, e trattano la cosa come se quel deposito avvenisse soltanto su i corpi isolati dal terreno.

Ma il fatto è, che d'inverno il terreno si copre di brina, e in altre stagioni si bagna di rugiada. Un terreno nudo, che di giorno si mostra secco alla superficie, in notte rugiadosa diviene umido più o meno; si mostra cioè alla superficie imbevuto di un'aqua che al giorno certamente non vi era, come tante volte ho osservato.

Secondo la verità, quello è un effetto del vapore caldo ascendente dal di sotto, che trovando il primo strato d'aria freddo, si condensa in parte, súbito che la tocca, e bagna anche la superficie del suolo.

Secondo poi la ipotesi di Wells, questo fatto è inesplicabile, ammettendo il terreno più caldo dell'aria, come lo è di fatto. Alcuni de' suoi seguaci lo spiegano ammettendo il terreno più freddo dell'aria; ma ci vuole un grande coraggio ad ammettere tale supposizione, dopo che per tutto il giorno fu riscaldato dai raggi del Sole, anche alle volte assai cocenti, e dopo che le osservazioni termometriche mostrano il contrario.

Se parliamo di Wells, autore della ipotesi, egli per verità non ha sconosciuto il calore notturno del terreno, massimamente a mezzo pollice o ad un pollice sotto la superficie, ed anche alla stessa superficie, come ho detto di sopra: ma discorrendo della rugiada, parla sempre de' suoi igrómetri di lana, o dell'erba, o delle foglie degli alberi, o di altri corpi isolati dal terreno; e lascia da canto il fatto ancora più generale, che il terreno si copre di brina, e si bagna di rugiada. Avendolo riconosciuto più caldo dell'aria, non era conforme alla sua ipotesi che si bagnasse.

Per altro Wells fece anche degli sforzi onde far procedere il maggior freddo dell'aria a basso dall'irraggiamento del terreno, e poi dall'irraggiamento della stessa aria su'l terreno. Cioè con un giuoco d'irraggiamenti fece divenire prima il terreno più freddo dell'aria, poi l'aria più fredda del terreno; contro il fatto, che questa a basso è sempre più fredda di quello.

Ma le cose dette da Wells in questo proposito hanno così poco persuaso, che lo stesso sig. Biot in ciò non lo ha seguito, confessando nel suo *Traité de Physique,* Tom. IV. pag. 665, che dell'incremento notturno della temperatura dell'aria dal basso in alto *on ne voit pas encore bien la explication,* e ch'è questo soltanto un fatto perfettamente stabilito, *qu'elle qu'en soit la cause.*

Lo stesso sig. Biot nel medesimo Volume, a pag. 662, dando la definizione della rugiada per *une vapeur humide, qui se trouve le matin sur la terre et sur le feuilles de toutes les plantes de la campagne,* ha riconosciuto che si bagna anche il terreno: e siccome, secondo la ipotesi, tutto ciò che si bagna di rugiada dev'essere più freddo dell'aria; così la conseguenza era, che anche il suolo fosse più freddo. Per lo che lo stesso autore alla pag. 665 di quel Volume, parlando del vento che impedisce la rugiada, dice che *le vent qui enlève l'air refroidi inférieur, et le remplace par des couches plus chaudes, diminue le refroidissement du sol, et par suite le dépôt de la rosée.*

In questo modo il sig. Biot ammette che senza vento il suolo sia più freddo dell'aria che lo tocca; altrimenti, secondo la ipotesi, l'aria non vi deporrebbe rugiada: e ammettendo che il vento porti in contatto del suolo strati più caldi, intende quelli ch'erano superiori.

Ma poco dopo, alla stessa pag. 665, riconosce invece il calore anche notturno del suolo. Imperocchè, parlando del ghiaccio artificiale che si forma alle Indie, di cui parlerò al § V., e parlando degli strati di paglia che si collocano fra la terra e i vasi contenenti l'aqua, dice che quegli strati di paglia sono *mauvais conducteurs qui la séparant du sol, l'empêcheront de se rechauffer par communication.* Con che egli ammette di notte nel terreno un tal calore, che impedirebbe anche all'aqua di gelarsi.

Cosicchè, secondo il sig. Biot, il terreno scoperto è più freddo dell'aria, e coperto è più caldo:

il che, oltr' essere inconcepibile, è contrario al fatto sperimentale, che lo mostra più caldo anche quando è scoperto.

Ma più apertamente il sig. Pouillet, contro quello che avea detto lo stesso Wells, ammette il terreno molto più freddo dell'aria (*Éléments de Physique*, Tomo II. Parte II. pag. 746), dove parla di quella passeggiata notturna in campagna di un osservatore, che ho riferita nella Conclusione del § II., e dove fa la predizione, che *les cauches inférieurs de l'air étant par exemple a 12°, il trouverait en quelque endroit le sol ou le gazon a 2° ou 3° seulement.*

Di fatto bisognava o abbandonare la ipotesi, o ammettere che il suolo non si bagnasse di rugiada, o farlo divenire molto più freddo degli strati inferiori d'aria. La ipotesi non poteva essere più contradetta, dopo un'autorità illustre che l'avea consacrata. Che il suolo si bagni era innegabile, ed ogni contadino lo sapeva: restava dunque di ammettere il suolo più freddo dell'aria incumbente.

Poi un terzo Francese, il sig. Despretz, dietro a quelle tracce, nel suo *Trattato elementare di Fisica,* di cui fu publicata nel 1830 una traduzione a Firenze, seguendo la stessa ipotesi, ha ammesso egli pure il terreno più freddo dell'aria soprastante co'l dire (Tomo I. pag. 151) che *il Dott. Wells ha osservato che i termometri posti su la terra nelle notti serene e tranquille indicano spesso* 4. 5. 6, *e anco* 8 *gradi meno di un termometro simile posto quattro piedi sopra il terreno.* Con che egli pure è caduto nell'errore comune di credere, che da quattro piedi d'altezza alla prossimità del suolo vi sia l'ultimo strato d'aria più freddo, senza decremento ulteriore.

Finalmente il sig. Belli in Italia non mancò di seguire gli autori Francesi nell'ammettere la stessa ipotesi; ma nel supporre il terreno più freddo degli strati inferiori d'aria ora li ha seguìti, ora non li ha seguìti.

Venne ad accordare il terreno più caldo dell'aria co'l dire nel Volume II. pag. 202, che *la superficie dell'erba non solo si raffredda per la molta facoltà emittente, ma altresì per la difficoltà con cui il calorico vi ascende dal sottoposto suolo:* difficoltà veramente nulla, o minima, dove si tratta di erba tagliata rasa al suolo, o che sia molto corta per la stagione. Ma era anche questo un modo d'isolare le superficie dai corpi, qual rimedio alla ipotesi, come ho detto di sopra.

Ammettendo il terreno più caldo dell'aria vicina bisognava o non parlare di rugiada e brina su'l terreno, o abbandonare la ipotesi. Il sig. Belli si attenne al primo partito; e di fatto è notabile il suo riserbo di parlare sempre di corpi, e non mai di terreno, tanto dove tratta del freddo prodotto per irraggiamento notturno (Tomo II. pag. 199 e seguenti), quanto dove fece un cenno della rugiada (pag. 455), quanto infine dove trattò espressamente del deposito di rugiada o brina (pag. 570 e seguenti). Di fatto con quello che ha detto a pag. 202, e quì sopra citato, egli mostrò di non ignorare che il terreno riscaldato per tutto il giorno non poteva di notte, per quanto irraggiamento si voglia dargli, divenire così presto freddo quanto i corpi isolati dal terreno, o sia come le loro superficie, ch'egli isolò dagli stessi corpi. Quindi tralasciò di parlare di deposito di brina e rugiada su'l terreno.

In altro luogo poi dello stesso Tomo II., pag. 322, ha ammesso invece il terreno più freddo dell'aria; ed anzi con ciò ha inteso spiegare il freddo notturno dell'aria stessa decrescente dal basso in alto, contro il sentimento del signor Biot. *Alla notte il suolo stesso per irradiazione notturna si raffredda notabilmente, e l'aria degli strati superiori, che pochissimo si raffredderebbe da sè stessa, viene a partecipare anch'essa di tale abbassamento di temperatura in forza del suo rimescolamento con l'aria degli strati inferiori strati raffreddati pe'l contatto co'l suolo, non essendo mai l'atmosfera in perfetta quiete.*

Egli dunque intende che l'aria di notte si raffreddi pe'l contatto co'l suolo; e questo è impossibile, perchè invece il suolo è sempre più caldo del primo strato d'aria che lo tocca. Se fosse vera la causa da lui assegnata, e se fossero veri i rimescolamenti di strati ch'egli suppone, il primo strato d'aria sarebbe alquanto più caldo del primo strato di terreno, o tutt'al più le due temperature dovrebbero trovarsi eguali; ma invece il terreno è sempre molto più caldo. Che s'egli intende per suolo non il terreno, ma l'erba ed altri vegetabili, e tutto ciò che lo copre, come la neve; in tal caso su'l nudo terreno di recente lavorato l'aria di notte non sarebbe fredda: il che pure sta contro il fatto. Nè la neve può raffreddare di notte l'aria soprastante, giacchè si mantiene molto più calda di questa, come dimostrano le mie Osservazioni.

Laonde questo autore, per dare del freddo notturno dell'aria presso al suolo co'l mezzo dello stesso

irraggiamento notturno una spiegazione diversa da quella che avea tentata Wells, e per assegnare al fenomeno una causa non ammessa nè pure da Biot, venne a supporre nel suolo un freddo notturno che non esiste, ed a sconoscere quel calore notturno del suolo ch' egli stesso aveva prima riconosciuto a pag. 202.

Egli non è poi d'accordo co 'l sig. Biot nè meno circa la causa per cui il vento impedisca la rugiada, facendo ciò dipendere (a pag. 572) dal semplice rinovamento dell'aria al contatto dei corpi supposti più freddi; mentre Biot, come si è veduto, ammette per causa la mescolanza degli strati superiori più caldi con gl' inferiori più freddi: mescolanza ch' è necessaria quando vi è vento.

Quindi da Wells in poi regna molta confusione, anzi contradizione, fra gli autori gli uni con gli altri, ed anche con sè medesimi, circa il fatto della temperatura notturna del terreno rispetto a quella degli strati inferiori d'aria. Imperocchè ora si vuole più caldo, ora più freddo; e chi lo accorda più caldo non può parlare di depositi di brina nè di rugiada su 'l terreno nudo, come di fatto non ne parla.

Ma siccome quel deposito è un fatto, ed anzi il fatto più generale; e siccome è un altro fatto, che il primo strato di terreno, in luogo di essere più freddo, è più caldo dell'aria: così per legitima conseguenza il deposito di rugiada non dipende da raffreddamento sotto la temperatura dell' aria incumbente o circostante.

### 3.° *Corpi umani più caldi dell'aria si bagnano di rugiada.*

Altro fatto contrario alla ipotesi di cui parliamo è quello, che trovandosi un uomo di notte rugiadosa in aperta campagna, i suoi vestiti si bagnano.

Il fondamento della dottrina importa, che i corpi più caldi dell'aria non si coprano di rugiada, anzi la respingano. Quindi Wells fu obligato a dire nella Parte II. della sua Opera, ove spiegò la teoría (*Bibliothèque Britannique*, 1815), che nei climi temperati la rugiada non si attacca sopra alcuna parte del corpo umano vivente, perchè la sua temperatura non è mai più bassa di quella dell'aria; ma che nei paesi caldissimi può darsi che il corpo umano sia più freddo, e si copra allora di rugiada. Anche quì si fa servire i fatti alla dottrina, invece di far dipendere la dottrina dai fatti. Bisogna appunto, secondo la dottrina, far morire un uomo, ed aspettar anco che si raffreddi, perchè si bagni di rugiada. Ma il fatto è invece, che chi si reca in campagna nelle notti rugiadose si bagna i vestiti, per quanto sieno presso al corpo, come di fina tela; e ciò in tutte le stagioni. La tela che copre il corpo s'inumidisce prontamente; i vestiti di lana più tardi. Soggiornando a lungo di notte rugiadosa in campagna, la umidità penetra nei vestiti sino al corpo, e produce delle costipazioni.

E pure, secondo la teoría, ciò non dovrebb'essere, perchè il corpo umano è molto più caldo dell'aria notturna; e i vestiti, partecipando della sua temperatura, non potrebbero mai divenire più freddi dell'aria per far precipitare la rugiada. Che si facia pure irraggiare negli spazj celesti quanto si vuole la superficie di una tela che copre un uomo, per raffreddarla; ma anche il corpo umano, sorgente perenne di calore, irraggerà esso pure sopra quella tela, e inoltre le comunicherà per contatto tanto calore, che non potrà mai divenire più fredda dell'aria.

I vestiti s'inumidiscono, non già perchè si raffreddino più dell'aria par irraggiamento; ma perchè, come sostanze igrometriche, assorbono il vapore che ascende dal terreno, e che si condensa nell'aria fredda.

### 4.° *Deposito di rugiada prima su le superficie inferiori, che su le superiori, delle foglie.*

Un fatto decisivo, contrario alla ipotesi dell'irraggiamento notturno come causa di rugiada, è che le superficie delle foglie le prime a bagnarsi sono le inferiori, e non le superiori.

A leggere quanto ha scritto il sig. Belli nel suo Tomo II. pag. 199 e seguenti, dove parla del freddo prodotto da irraggiamento notturno; e a pag. 570, dove parla del deposito di rugiada o brina; dovrebbero le sole superficie superiori bagnarsi, quelle cioè che hanno libero l'aspetto del cielo; o almeno le inferiori non potrebbero bagnarsi che più tardi, quando tutto il corpo fosse raffreddato, ad onta del calore ascendente dal terreno: calore che lo stesso autore in altro luogo ammette, come si è osservato di sopra.

Ma invece è di fatto che le superficie inferiori delle foglie si bagnano le prime. Ad osservare questo fatto ci vuole attenzione e diligenza, perchè fanno presto a bagnarsi anche le superficie superiori, a causa del vapore ascendente che si condensa, e che ben tosto le invade. Bisogna cogliere il primo momento della formazione della rugiada a data altezza, e fare la osservazione sopra foglie molto estese, per ben distinguere i due tempi del deposito sotto e sopra.

La osservazione non è soltanto mia, ma anche di altri, e specialmente di alcuni contadini, i quali trovarono spesso le foglie bagnate alle superficie inferiori, e non alle superiori. Per non dilungarmi troppo in detagli riferirò, fra le altre, una mia osservazione della sera 14 Agosto 1831, con la quale mi è riuscito di distinguere meglio che in altri casi la prima formazione di rugiada alla superficie inferiore delle foglie.

Dopo le ore 7 pomeridiane, essendo il cielo leggermente coperto, nulladimeno si formava rugiada, ma con la lentezza opportuna a questa osservazione. Camminando pe' i campi, trovai la bassa erba di già bagnata; e mi sono abbattuto nel momento preciso, in cui la rugiada ascendendo progressivamente, cominciava a formarsi all' altezza di tre piedi circa. Toccando, e guardando sotto luce obliqua le foglie a quell' altezza del grano-turco, che sono grandi, mi sono accorto che mentre le loro superficie superiori, rivolte al cielo, erano ancora secche, le superficie inferiori, rivolte a terra, erano coperte di un velame aquoso, il quale era molto sensibile, strisciando con un dito che lasciava la traccia.

Per non illudermi ho guardato quà e là alla medesima altezza, e da per tutto era lo stesso.

Indi passeggiando per lo spazio di mezz' ora circa, mentre si aumentava la rugiada nell'erba, le superficie inferiori delle foglie di grano-turco acquistavano sempre più di umidità, sino ad essere veramente bagnate, mentre le superiori cominciavano appena ad essere inumidite.

Questo fatto, evidentissimo e sicurissimo, mi mostrò su'l luogo che la formazione della rugiada su quelle foglie non dipendeva certamente da irraggiamento di calorico nel cielo, perchè ciò avrebbe prodotto un effetto inverso; ma che invece la umidità incipiente, e poi crescente, prima alle superficie inferiori che alle superiori, procedeva dal basso, o sia dal terreno.

E si aggiunga, che le superficie superiori delle foglie di grano-turco sono ruvide in confronto delle inferiori che sono più liscie; ed è fatto di altre osservazioni, che su le foglie ruvide si attacca più rugiada che su le liscie.

Nella sera 17 Agosto 1831, essendo pure il cielo leggermente coperto, dopo le ore 7 pomeridiane ho ripetuta la stessa osservazione in compagnía d'altre persone; ed abbiamo trovato le foglie del grano-turco, all' altezza di tre o quattro piedi, bagnate di sotto, e ancora secche di sopra.

Già era stato osservato fin dal tempo di Muschenbroek, che un piatto di metallo sopra l' erba si bagna più alla superficie inferiore che alla superiore, e che alle volte quella si bagna, e questa resta secca. Wells medesimo riconobbe questo fatto insieme a tanti altri; per esempio, quello della presenza della rugiada sotto una campana: per lo che si è ridotto infine ad accordare l' intervento di quel vapore nel fenomeno, benchè i suoi seguaci non ne faciano parola, come se non esistesse.

### 5.° *La rugiada va progressivamente alzandosi nel corso della notte, e vi è sempre un limite, non molto distante dal suolo, oltre il quale manca del tutto.*

Era noto a Muschenbroek l' alzamento progressivo della rugiada, e il suo decremento di quantità dal basso in alto. Avendo sospesa una serie di lastre di vetro a varie altezze, trovò che le più basse raccoglievano rugiada più presto, e che quando erano tutte bagnate, le inferiori ne avevano maggiore quantità. Wells non ignorò questo fatto; ma gli autori che seguirono la sua teoría poco o nulla ne parlano, e mostrano poi d' ignorare che la rugiada è limitata d' ordinario al di sotto delle cime degli alberi alquanto alti, le quali restano secche per tutta la notte. D' inverno la brina ascende molto più alta, essendo però sempre decrescente dal basso in alto, ed avendo essa pure un confine.

Ho fatto in varie epoche molte osservazioni anche su questo proposito, o alzando dei bicchieri di vetro con delle spranghe di legno, i quali di estate a 28 o 30 piedi parigini restavano secchi per tutta la notte, mentre di sotto la rugiada si formava, e presso terra assai copiosa; o mandando d' estate e d' autunno dei contadini sopra gli alberi a cercare il límite della rugiada, che trovavano sempre, purchè fossero alquanto alti. Le altezze precise del límite mi risultavano da una fune che calavano abbasso con un peso, recidendola a quel límite.

Senza entrare nei detagli di questi esami, che tengo registrati, darò quì il succinto dei risultati.

La rugiada va alzandosi progressivamente nel corso della notte: del che presentò un saggio distinto la mia Osservazione VI. con la Tavola VII. È sempre decrescente di quantità dal basso in alto, e vi è sempre un límite d' ordinario inferiore all' altezza degli alberi maggiori, oltre i quali non si forma.

L'altezza del límite è molto varia da un giorno all'altro, da un mese all'altro, da una stagione all'altra.

Secondo le mie osservazioni, l'altezza ordinaria d'estate fu dai 20 ai 30 piedi parigini; d'autunno dai 30 ai 44 piedi: e d'inverno la brina sale molto più in alto, e spesso non vi è il suo confine nè pure su gli alberi più alti, come si vede, trattandosi di brina, anche stando a basso.

Secondo poi le varie cause che aumentano la evaporazione del terreno, e che aumentano il freddo notturno dell'aria, fra le quali anche la prolungazione delle notti, più alto è il límite della rugiada e brina, e nello stesso tempo sono più copiose.

In questi fatti si scorge chiaramente l'effetto del vapore notturno ascendente, che trova l'aria fredda, e si condensa.

Ho già spiegata nel § III. Bim. VI. 1831, pag. 480, e sopra a pag. 38, la genesi progressiva della rugiada dal basso in alto per tre cause concorrenti: cioè l'ascensione continua del vapore, il raffreddamento progressivo d'ogni strato d'aria, e in ogni colonna verticale l'incremento di temperatura dal basso in alto. Ho spiegato come in una certa ora della notte la precipitazione del vapore debba esservi in uno strato, e non ancora nel superiore. Per le stesse cause è chiaro che vi dev'essere un límite estremo, oltre il quale nè tanto vapore arriva residuo dalle precedenti precipitazioni, nè tanto l'aria si raffredda da far nascere precipitazione ulteriore.

La mancanza assoluta di rugiada a certa altezza non molto distante dal suolo, è un fatto che distrugge la ipotesi dell'irraggiamento come causa del fenomeno. Pure non si vuole badare nè meno a questo, e si vuole cercare dei ripieghi per salvare la ipotesi: tanta è la forza delle mentali preoccupazioni e del favore ormai accordato ad un sistema.

Per quanti studj si faciano, non si arriverà mai a spiegare con quella ipotesi, come siano bagnate fino a certa altezza le fronde di un albero in gran parte anche inviluppate fra loro, e ben lontane dal godere il libero aspetto del cielo; e come al contrario siano secche le fronde un poco di sopra, e ancora più quelle di cima, che godono il pienissimo aspetto celeste.

Questo fatto, a cui non fu posto mente dagli scrittori che abbracciarono la ipotesi di Wells, fu soltanto rammentato dal sig. Belli nel suo Tomo II. pag. 573, perchè era stato opposto alla ipotesi nel Bimestre I. pag. 38 dell'anno 1831 degli *Annali* ec., e sopra a pag. 45, e si è accinto a difendere la teoría stessa. Premessa questa come infallibile, ne ha concluso *che quel fatto nasceva senza dubio dal minore raffreddamento che può avere luogo a tale altezza dal suolo tanto nell'aria, quanto nei corpi isolati.* Di fatto la ipotesi importava così, e bisognava renderle subordinati i fatti, invece che far dipendere da questi il suo destino. Ma con la Osservazione VI. Tav. VII. ho mostrato che la conclusione del signor Belli è falsa, quanto la stessa ipotesi da cui l'ha desunta; imperocchè nella stessa ora e alla stessa temperatura in due strati d'aria vicini, mentre nell'inferiore vi era rugiada, nel superiore mancava. Così pure ho mostrato che nel medesimo strato d'aria mantenendosi la stessa temperatura in due ore diverse, nella prima ora mancava la rugiada, e nella seconda vi era.

Ma vediamo anche la spiegazione con la quale il sig. Belli intende far procedere dalla stessa ipotesi del freddo dei corpi, per irraggiamento notturno al di sotto dell'aria, la mancanza di rugiada a certa altezza per tutta la notte.

Egli pone l'aria in continuo movimento: con ciò, secondo lui, quella presso terra passa in contatto di molti corpi, e si raffredda; quella in alto, ch'egli fa movere anche di più, passa in contatto di pochi corpi, e in luogo di essere da quelli raffreddata, li riscalda.

Ma in primo luogo non si tratta qui soltanto del confronto che fa il sig. Belli fra il basso strato d'aria che può toccare molti corpi, ed uno strato alto che può toccarne pochissimi. Si tratta invece che su lo stesso albero in due strati vicini d'aria, in uno vi è rugiada e nell'altro manca, come presentò anche fuori degli alberi la Osservazione VI. con la Tavola VII. E si tratta che ambidue quegli strati d'aria vicini fra loro, sono lontani da quel contatto dei molti corpi presso terra, dal quale il sig. Belli vuole far procedere la differenza.

Anzi si tratta che alle volte, parlando dell'aria che investe gli alberi, sarà o passerà più in contatto di rami e di fronde lo strato d'aria superiore che manca di rugiada, di quello che l'inferiore dove si forma.

E si tratta in fine che manca la rugiada là appunto alle cime dov'è più libero l'aspetto del cielo, e dove dovrebb'essere maggiore il raffreddamento.

Ma è poi tutto arbitrario il dire che in alto, benchè l'irraggiamento sia più libero, l'aria mantenga i corpi tanto caldi da non poter mai essere ridotta in contatto di quelli al di sotto del punto di sua saturazione, e che a basso i corpi raffreddino l'aria, invece d'esserne riscaldati. Per difendere la ipotesi con tutto questo non bastava asserirlo; bisognava provarlo con le sperienze. Ammettendo invece le conseguenze della ipotesi come fatti in sostegno della medesima, non si fa che commettere un circolo vizioso.

E se vero fosse che i rimescolamenti d'aria, ai quali il sig. Belli si appoggia, portassero a basso raffreddamento progressivo dell'aria pe'l suo moltiplice contatto co' i corpi, la stessa aria non farebbe che avvicinarsi alla temperatura di questi, e in fine la raggiungerebbe: cosicchè non vi sarebbe più quella ineguaglianza fra corpi ed aria, ch'è il fondamento della ipotesi; e i vapori si precipiterebbero nell'aria stessa invece che su i corpi, contro quello che si vuole con la teoría.

D'onde si vede che le supposizioni del sig. Belli non solo sono arbitrarie, ma racchiudono anzi delle conseguenze che distruggono la ipotesi, invece di sostenerla. Tutto poi cede ad un fatto solo, mostrato dalla Osservazione VI. e dalla Tavola VII., che alla stessa temperatura poco di sotto vi era rugiada, e poco di sopra mancava.

Finalmente quei movimenti d'aria che il sig. Belli introduce per fare, secondo lui, raffreddare l'aria a basso, e riscaldare i corpi in alto, sarebbero invece causa di riscaldamento anche a basso; imperocchè le picoole agitazioni notturne riscaldano sempre gli strati inferiori, benchè l'effetto sia minore di quello del vento, com'è risultato anche dalla mia Osservazione V. Tavola VI. Cosicchè il sig. Belli, per dare ragione con la ipotesi del límite della rugiada, prende per base della sua spiegazione una supposizione direttamente contraria al fatto, partendo dal principio, che le agitazioni notturne d'aria portino sotto quel límite un raffreddamento, invece che un riscaldamento; obliando che le agitazioni portano sempre una mescolanza degli strati superiori più caldi con gl'inferiori più freddi.

### 6.° *È falsa in fatto la conseguenza della ipotesi, che le piccole agitazioni d'aria favoriscano la formazione della rugiada.*

Appunto la ipotesi, di cui si tratta, ha realmente bisogno di questa base, che l'aria continuamente si rinovi attorno i corpi per poter deporre continuamente quella quantità d'aqua che si osserva. Un'aria perfettamente tranquilla e stagnante, secondo la ipotesi, non farebbe quell'effetto. Perchè un corpo venisse di continuo bagnato dalla precipitazione del vapore d'aria più calda di lui, sarebbe necessario che l'aria già raffreddata se ne partisse, onde nuova calda e ricca di vapore vi succedesse.

Anche questo fu ammesso come conseguenza della ipotesi, invece di verificarlo in fatto per fondamento della teoría.

Quindi il sig. Wells ha asserito, e fu poscia ripetuto dagli altri, che i venticelli o le piccole agitazioni d'aria, favoriscono la formazione della rugiada; e il signor Belli, Tomo II. pag. 572, vi ha aggiunto, che *senza nessun moto d'aria non vi sarebbe quantità sensibile di rugiada.*

Ma il fatto invece è contrario; perchè anche le piccole agitazioni d'aria, come portano riscaldamento mescolando alquanto gli strati superiori con gl'inferiori, così recano più o meno d'impedimento alla formazione della rugiada; del che offrì un esempio la mia Osservazione V. con la Tavola VI.

Di fatto essendo certo che gli strati superiori d'aria sono progressivamente più caldi; essendo certo che le agitazioni mescolano i superiori con gl'inferiori; ed essendo certo che quanto più l'aria conserva quella gradazione di temperatura, tanto più vi è deposito di rugiada: non è possibile al contrario che le agitazioni portino invece il suo aumento.

Si accorda già da tutti, che il vento impedisce la rugiada; poi Wells e i suoi seguaci vogliono che se il vento è piccolo, vi sia invece un aumento; poi il sig. Belli vuole persino, che se l'aria è perfettamente tranquilla, sia lo stesso come quando vi è il vento.

Vi sarà dunque un límite fra il vento forte e il vento debole, in cui comincerà la rugiada; poi diminuendo il vento debole, vi sarà un massimo di rugiada; poi diminuendo ancora più il vento debole, diminuirà anche la rugiada; e finalmente cessata ogni agitazione, tornerà a non esservi più rugiada, come quando vi era il vento forte.

Questo è veramente un giuoco singolare, o, per meglio dire, una contradizione di rapporti fra il vento e la rugiada, e che pure si ammette come conseguenza della ipotesi.

Il fatto di osservazione invece è, che come il vento forte impedisce la rugiada, così il debole la diminuisce; e che tanto più questa è abondante, quanto più l'aria è tranquilla, poste le altre cose eguali.

### 7.° *Le brine autunnali nel primo strato d'aria rendono meno alta e men copiosa la rugiada liquida di sopra.*

La Osservazione VI. Tav. VII. ha dichiarato dove la brina comincia di notte, e come si propaghi. Il suo principio non è già su la superficie del terreno o dell'erba, ma nel primo strato sottile d'aria, ch'è più freddo di tutti, e ch'è più freddo della stessa superficie del terreno o dell'erba. Indi la congelazione si propaga un poco in alto prima di giungere a basso fra l'erba e su 'l terreno, perchè nel progressivo raffreddamento notturno generale la temperatura del primo strato d'aria si mantiene sempre la più bassa.

Quindi è, che nelle prime notti di autunno, in cui si forma brina, questa è sempre confinata a poca altezza dal suolo, e di sopra si trova la rugiada liquida.

Ma secondo ch' è più fredda l'aria a basso, si condensa più quantità del vapore che ascende, e minore quantità ne resta per ascendere negli strati d'aria superiori, secondo la genesi spiegata nel § III.

Laonde è di fatto, che quando di autunno cominciano le brine, la rugiada liquida sopra quelle si trova scarsa, e giunge ad altezze molto minori che in altre notti autunnali di pari circostanze, nelle quali non si forma brina, e la rugiada è tutta liquida.

Questo fatto non ha spiegazione nella ipotesi dell'irraggiamento notturno, che fa procedere la rugiada o brina dal vapore di saturazione contenuto nell'aria; anzi vi è direttamente contrario. Imperocchè quanto più l'aria di notte è fredda a basso, tanto meno calda è in alto; e quanto è meno calda, più è vicina con la stessa densità di vapore al suo termine di saturazione. Laonde, secondo la ipotesi, nelle notti di brina a basso dovrebb'essere d'ordinario più copiosa e più alta la rugiada liquida superiore: il che è precisamente contro il fatto che avviene, il quale non si spiega senza che la brina e la rugiada dipendano dal vapore ascendente dal terreno.

### 8.° *Della maggior copia di rugiada o brina su i corpi esili.*

I corpi esili e le estremità si coprono di rugiada o brina molto più dei corpi maggiori, o del rimanente delle superficie.

Anche questo è un fatto contrario direttamente in tutti i sensi alla ipotesi dell'irraggiamento notturno.

Che un corpo di tenue dimensione sia isolato, o che sia invece attaccato ad un corpo maggiore, è lo stesso, riguardo alla quantità di brina o rugiada di cui si copre; e ciò non dipende che dalle dimensioni sue proprie.

Secondo la ipotesi dovendo essere maggiore il raffreddamento dov'è più copiosa la rugiada o brina, i corpi esili, le estremità, gli spigoli ec. dovrebbero essere più freddi dei corpi maggiori, o del rimanente delle masse.

Questo è appunto ciò che viene ammesso dai sostenitori della ipotesi; e tanto viene ammesso, che si fa distinzione fra i metalli di grosso volume e quelli di piccolo volume. I primi si vuole che si raffreddino pochissimo, e che per questo non si coprano di rugiada come gli altri corpi. Così fu sostenuto da Wells, e ripetuto da Belli, Tomo II. pag. 202.

Ora domando come si possa ammettere che un corpo, quanto più sia esile, più si raffreddi, e più si scosti dalla temperatura dell'aria, e di tutti quei gradi che sono necessarj per far precipitare il suo vapore di saturazione. Chi può ammettere che un corpo esilissimo a ciò si riduca, e si mantenga per tutta la notte, anche con quelle continue rinovazioni d'aria attorno a sè stesso, che si vogliono per fondamento necessario alla ipotesi, come si è veduto quì sopra al n.° 6?

Chi potrà credere, per esempio, che una bava di ragno si riduca e si mantenga di que' tanti gradi più fredda dell'aria stessa? E pure, secondo la ipotesi, bisogna ammetterlo, perchè quelle bave si vestono d'un grandissimo numero di gocciole sferiche o ellittiche; ed io ne ho veduto d'inverno tanto cariche di brina, che presentavano volumi grossi come la metà di una penna da scrivere.

In questo modo la ipotesi è ridotta all'assurdo nelle sue conseguenze, imperocchè sono contrarie ad ogni legge conosciuta di equilibrio. In luogo che i corpi con la diminuzione delle dimensioni ab-

biano a scostarsi vie più dalla temperatura dell'aria, devono sempre più accostarvisi, essendo la comunicazione per contatto proporzionale alle superficie, le quali crescono in relazione alle masse con la diminuzione di queste.

Si dirà che il calorico raggiante scappa fuori più facilmente dai corpi tenui e dalle estremità; ma con la stessa maggiore facilità sarebbe rimesso pe'l contatto dell'aria, che si suppone più calda, e che si fa anche rinovare continuamente alle superficie dei corpi co' suoi movimenti.

Ho detto non esservi stravaganza che non si sostenga in favore della ipotesi di cui si tratta; e questa non è una delle minori. Si ricorre anche alla poca conducibilità di molti corpi pe 'l calorico, onde fare che le estremità, gli spigoli, o i corpi esili attaccati ai maggiori, come i peli vegetabili ec., divengano più freddi del rimanente delle masse, isolando così dagli stessi corpi le loro estremità, come si è voluto isolare le superficie dai corpi a cui appartengono.

Ma vi sono i metalli, che sono buoni conduttori, i quali, come ho accennato nel Bim. III. 1831, pagina 202 (e sopra, pag. 15), si caricano ai loro spigoli di brina, mentre il resto n'è spoglio, o vi si trova scarsa.

Secondo la ipotesi bisogna ammettere che non vi sia equilibrio di temperatura nè meno fra parte e parte del metallo, e che mentre la massa si raffredda poco, gli spigoli si raffreddino al di sotto dell'aria di tanti gradi, quant'è necessario a far precipitare il suo vapore: quindi una differenza anche di più gradi fra la massa e gli spigoli di un metallo. Appunto per difendere la ipotesi si sostiene anche questo da un Fisico distinto; ed ho un suo manoscritto, nel quale a tal segno spinge l'assurdo.

Ma se è vero che i corpi, secondochè sono più esili, più si raffreddano per irraggiamento notturno al di sotto dell'aria, anche le molecole di vapor d'aqua in questa contenute, sieno liquide o gelate, si raffredderanno per irraggiamento; massimamente perchè si dà all'aqua una somma forza emittente. Nè questa può variare per la esilità delle molecole, che non cangiano di natura; imperocchè, secondo il sistema adottato, fra l'aria e i vapori non si ammette combinazione chimica: si ammette bensì una *saturazione*, che senza di quella non si sa poi cosa sia. Quindi i vapori liquidi o gelati non avrebbero bisogno di trovare altri corpi più freddi dell'aria per condensarsi di notte; ma si condenserebbero da sè medesimi nell'aria stessa, in virtù dell'irraggiamento delle proprie molecole.

E siccome ciò non avviene, bisogna qui ammettere, per accomodare la ipotesi, che le molecole dei vapori con tutta la loro forza emittente vengano tenute alla temperatura dell'aria con cui si trovano in contatto. Ecco dunque non più vero che la esilità del volume facia vie più raffreddare i corpi al di sotto dell'aria, in contradizione con le premesse destinate a spiegare la maggiore precipitazione su i corpi minori.

Ma, senza parlare delle molecole dei vapori, la stessa contradizione si riscontra riguardo ai termometri di cui si fa uso per istabilire qual fondamento della ipotesi la differenza di temperatura fra l'aria e i corpi che si coprono di rugiada e brina. Vestiti essendo i termometri di vetro, al quale si accorda pure grandissima forza emittente, e coprendosi essi pure di rugiada e brina, secondo la suddetta regola, che i corpi quanto più sono piccoli più si raffreddano sotto l'aria; la conseguenza sarebbe, che un termometro sospeso all'aria in notte tranquilla e serena fosse più freddo di un altro immerso in un corpo maggiore; e vie più se il corpo, nel quale il secondo è immerso, non ha la tanta forza emittente del vetro, come sarebbe un vaso di sabbia o di mercurio.

Invece, secondo le sperienze di Wilson, secondo la mia Osservazione VI. Tav. VII., e secondo quello che viene addotto dagli scrittori per istabilire le temperature notturne dei corpi al di sotto dell'aria, il termometro sospeso in questa si riduce più alto di un altro immerso in un certo volume di sabbia o di mercurio.

Dunque si ritiene in queste sperienze che il bulbo del termometro, a causa d'essere piccolo in confronto degli altri corpi esplorati, si accosti più di questi alla temperatura dell'aria, benchè sia vestito di vetro tanto emittente.

Pertanto, quando si tratta di spiegare la maggiore precipitazione di rugiada e brina su i corpi esili, si ammette che questi siano freddi al di sotto dell'aria più dei maggiori; e quando si tratta di fare co'l termometro il confronto fra l'aria e i corpi maggiori del termometro, non è più vero quel principio, e si ammette invece il contrario, che i corpi minori siano più prossimi alla temperatura dell'aria.

Non so come si possa fare a salvare le conseguenze della ipotesi da tale contradizione. Intanto io concludo, che essendo dimostrato dalle sperienze termometriche falso il principio, che di notte serena e tranquilla i corpi minori si raffreddino più dei maggiori; ed essendo conseguente alle leggi fisiche conosciute, che quanto più un corpo è piccolo, più si accosti alla temperatura dell'ambiente: il fenomeno della grande

copia di rugiada e brina su i corpi esili, su le piante, su gli spigoli, ed alle estremità ec., è un fatto direttamente contrario, come tanti altri, alla ipotesi stessa.

### 9.° *Disposizioni delle molecole di brina nell'attaccarsi ai corpi.*

Nel Bim. III. 1831, pag. 202 (e sopra, pag. 15), ho fatta distinzione tra la formazione della rugiada e brina, come un addensamento di vapore liquido o gelato asceso dal terreno o dalla neve nello strato inferiore d'aria, e l'attaccamento ai corpi delle molecole del vapore addensato come effetto di azione molecolare elettrica, o simile.

Che l'attaccarsi delle molecole di brina ai corpi, e delle une sopra le altre, sia un effetto di azione molecolare, è reso assai manifesto dalle disposizioni regolari e cristalline che prende la brina, massimamente alle estremità o agli spigoli dei corpi dove più abonda, formando delle frange o barbe, con sovraposizioni ordinate di molecole a molecole. Osservando la forma di quelle sovraposizioni, ho veduto che le parti elementari sono cristalletti regolari ad aghi e a prismi minuti, i quali aggregati insieme formano piccole palme o fogliette, affettando sempre la forma lamellare e il parallelismo fra loro. Anche le propagini più in grande, che va acquistando la neve per la precipitazione dei vapori gelati, affettano forme lamellari e il parallelismo, come ho accennato nel Bim. III. 1831, pag. 200 (e sopra, pag. 14).

La rugiada a causa della sua liquidità non può presentare quelle forme regolari, ma la causa dell'attaccarsi dev'essere la stessa; e ciò è confermato dalla sua abondanza su i peli vegetabili, su le prominenze e su le estremità, in confronto delle superficie liscie.

Che si tratti di un'attrazione elettrica, o simile, esercitata anche a distanza, la quale si comunica dal corpo alle prime molecole per attrarne delle altre, e da quelle a queste per attrarne delle altre ancora, e così successivamente, n'ebbi un saggio con le sperienze riferite nel Bim. III. 1831, pag. 203 (e sopra, p. 16).

Ed altre sperienze, riferite nello stesso luogo, mi hanno mostrato anche la causa per cui i metalli sono meno atti degli altri corpi a ritenere la rugiada e la brina. Cioè il fatto mostra che i metalli al primo contatto liquefanno le molecole gelate anche a — 2°, 5 di temperatura; e questa proprietà dei metalli mi fu confermata con la Osservazione VI. Tav. VII., dove il mercurio si manteneva a 0° e — 1° senza che si gelasse il tenue strato di rugiada che lo copriva. È pure di fatto, secondo quelle mie sperienze, che i metalli, oltre la proprietà di liquefare le molecole gelate fino alla temperatura di — 2°, 5, hanno anche l'altra di volatilizzarle a temperature inferiori a — 2°, 5; e che mentre tutti i corpi hanno questa facoltà di volalilizzarle, nei metalli è massima, nel vetro è minima, nel legno è media.

Per la stessa causa i metalli devono volatilizzare più degli altri corpi le molecole liquide della rugiada, che giungono al contatto. Laonde è chiaro che i metalli devono meno degli altri corpi coprirsi di rugiada e brina, perchè le molecole di quella e di questa, che giungono al contatto con essi, vengono volatilizzate. Agli spigoli poi degli stessi metalli, dove prevale la suddetta forza molecolare elettrica, o simile, la brina si attacca, e le prime molecole, per la stessa virtù che vien loro comunicata, ne attraggono delle altre, e così successivamente, come le citate mie sperienze hanno dichiarato.

Invece quel medesimo Fisico, il quale, come ho detto di sopra, giunge a sostenere, in favore della ipotesi di Wells, che per irraggiamento gli spigoli dei metalli divengano molto più freddi del rimanente delle masse, sostiene ancora che la successiva aggregazione delle molecole di brina sia effetto di raffreddamento delle anteriori molecole depositate, senza badare alla regolarità di sovraposizione che ha luogo, e che indica una azione ben diversa dal semplice raffreddamento. Ma se le molecole depositate hanno tanta virtù di raffreddarsi per irraggiamento secondo la loro natura di aqua gelata, perchè non avranno la stessa virtù prima di depositarsi, quand'erano nuotanti nell'aria? Anzi allora, per essere isolate, dovrebbero averla maggiore. Sicchè per servire alla ipotesi bisogna ammettere che le molecole gelate, finchè sono distaccate fra loro, non si raffreddino per irraggiamento proprio; e quando cominciano ad attaccarsi ad un corpo, o ad attaccarsi le une alle altre, si raffreddino per quel mezzo: il che è una vera contradizione in termini.

**10.° *La comparsa delle nubi sospende la formazione progressiva della rugiada tanto nel suo alzamento, quanto nella sua deposizione alle superficie inferiori, prima che alle superiori.***

Le nubi impediscono la formazione della rugiada, come il vento; o sia, per parlare più esattamente, la diminuiscono; e vie più secondochè sono folte, giacchè una certa umidità di notte a basso vi è sempre, per quanto il cielo sia coperto. Si vedrà qui sotto al § VI., che impediscono la gradazione di freddo nell'aria dall'alto al basso, ed anche il progressivo raffreddamento notturno di ogni strato; inoltre diminuiscono anche la evaporazione del terreno: le quali cose tutte sono gli elementi della formazione di rugiada. Si vedrà pure qui sotto al § VI., come da fatti non bene sinora avvertiti sia provata erronea la opinione, che fa procedere i due primi effetti delle nubi dall'irraggiamento notturno.

Come le nubi arrecano delle cause che impediscono la rugiada, così se la notte per un certo tempo è serena, e poi si annuvola, avviene una sospensione della genesi progressiva, sia per la quantità, sia dal basso in alto: cosicchè si trova il confine della rugiada a quell'altezza a cui era giunta nel tempo in cui le nubi sono apparse; e in séguito diminuisce di quantità evaporando, se continua la presenza delle nubi. Per esempio: in due notti di Luglio 1831, ch'erano state prima serene e poi nuvolose, la rugiada su le piante non si trovò che a 9 piedi d'altezza in una notte, e a soli 6 piedi circa nell'altra notte.

Così nella sera 17 Agosto 1831, in cui, come dissi al n.° 4., ho ripetuta la osservazione, che le foglie del grano-turco erano bagnate di sotto e ancora secche di sopra, nella circostanza che un velo leggiero di nubi copriva il cielo, e rendeva lenta la formazione della rugiada; un'ora dopo circa, cioè passate le ore 8 pomeridiane, essendosi il cielo coperto di più, mi sono recato in compagnía delle stesse persone ad esaminare di nuovo le foglie di quelle piante; ed abbiamo trovato ch'erano veramente bagnate alle superficie inferiori, mentre alle superiori erano poco o nulla inumidite.

Per lo che mentre da prima il velame leggiero di nubi aveva ritardata l'ascensione del vapore e la sua precipitazione, al sopragiungere di più nubi n'era stato sospeso il progresso; e la sospensione era arrivata al punto in cui la rugiada aveva coperte le superficie inferiori delle foglie di quelle piante, e non era ancor giunta a bagnare le superiori.

Tutto dunque concorre a mostrare che la umidità notturna di cui si tratta, e che si attacca ai corpi, procede dal suolo, e che la ipotesi dell' irraggiamento notturno negli spazj celesti, come causa del fenomeno, non è altro che una illusione da gabinetto.

**11.° *L'addensamento nell'aria del vapore notturno che ascende, alle volte è visibile.***

Nel Bim. III. 1831, pag. 200 e 201 (e sopra, pag. 14), ho già detto che d'inverno, anche a molti gradi sotto il gelo, si vede alle volte dopo l'occaso sollevarsi dalla neve una bianca nube, decrescente di densità dal basso in alto, la quale non è altro che neve convertita in vapore gelato dal calore accumulato di giorno nella stessa neve, e condensato nell'aria superiore molto più fredda, come risulta dalla Osservazione I. Tavola I. Quel vapore gelato e denso è presagio di brina molto abondante, la quale procede dallo stesso vapore che si attacca ai corpi, con lo stesso decremento dal basso in alto.

Analogamente di estate, e in altre stagioni, si vede alle volte dopo l'occaso formarsi una nube sopra il terreno, e più densa sovra i prati, decrescente anche questa dal basso in alto, la quale è pure presagio di rugiada copiosa.

Dopo le cose premesse niuno potrà dubitare che quella nube non sia generata dal vapore ascendente che si condensa, trovando l'aria più fredda; nè potrà dubitare che da quel vapore condensato non proceda la rugiada notturna.

È dunque anche visibile d'inverno e di estate il vapore che si condensa nell'aria, e che forma brina e rugiada. Se non è sempre visibile, egli è perchè non è sempre tanto denso; ed anche perchè, quando acquistò una certa densità, è ormai notte oscura. Alle volte è però visibile anche con la luce della Luna.

Così poco prima e poco dopo il nascere del Sole è sempre visibile in campagna, quando è sereno, un certo vapore più o meno tenue, fino a certa altezza dal suolo, che diminuisce la trasparenza del-

l'aria, e che si disipa con l'inalzarsi del Sole. Niuno può dubitare che da questo stesso vapore non proceda anche la rugiada.

Sono questi fenomeni contrarj alla ipotesi di Wells, secondo la quale, rugiada e brina dovrebbero procedere non da vapore addensato nell'aria, ma da vapore precipitato dall'aria su le superficie dei corpi; poichè si distingue questa precipitazione dall'altra visibile nella stessa aria, che si chiama *sereno*. Così nelle Scuole di Fisica si distingue *vapore invisibile* da *vapore visibile;* quello di una natura, e questo di un'altra. Ma io credo che i límiti della nostra vista non siano i límiti delle leggi di natura, e che con distinzioni di parole non si cangi l'indole dei fenomeni.

Ho qualche osservazione, la quale mi ha indicato che co'l progressivo raffreddamento le molecole del vapore detto *visibile*, o *vescicolare*, vadano progressivamente ingrossandosi, unendosi le une alle altre; e che co'l progressivo riscaldamento tornino a suddividersi e impiccolirsi. Qual è dunque il límite o passaggio per salto dallo stato aeriforme o diafano allo stato visibile o vescicolare? Io credo che questo salto non si dia, e che invece vi sia una gradazione di molecole sempre minori secondochè si alza la temperatura, e sempre maggiori secondochè si abbassa; ma non è questo il luogo di dilungarmi in tale argomento.

### 12.° *Scarsezza di rugiada sotto gli alberi frondosi, e nell' interno di questi.*

Non è vero, come da alcuni viene supposto, che sotto gli alberi manchi la rugiada; invece la copia n'è minore, secondochè sono più frondosi: e lo stesso è nell' interno delle fronde.

Parlando della rugiada su gli alberi molto frondosi, il fatto che ho rilevato costante è come segue.

Le fronde sottoposte a tutte le altre ne scarseggiano; poi si trova la rugiada crescente di quantità su le fronde superiori ed esteriori, penetrando poco nel mezzo dell'albero; poi dopo un certo massimo diminuisce anche su le stesse fronde esteriori; e finalmente a certa altezza vi è un límite, oltre il quale manca del tutto, quantunque le fronde siano di cima, e affatto scoperte.

L'effetto procede da ciò, che la quantità di vapore che ascende e che si condensa è maggiore secondo la distanza dal tronco; e da ciò, che la condensazione del vapore diminuisce secondo le altezze, e non sorpassa un certo límite.

Si pretende spiegare tutto ciò con l'impedito irraggiamento notturno; ma siccome le fronde più basse e più coperte si bagnano pure alquanto, mentre le superiori, che avrebbero il più libero irraggiamento, sono secche; così la spiegazione è inammissibile. Se la rugiada dipendesse dall'irraggiamento notturno, le fronde di cima sarebbero le più bagnate, e la quantità sarebbe decrescente dall'alto al basso; ma invece ha luogo il contrario.

Molte cose all'opposto possono dirsi circa le cause di quelle modificazioni di rugiada sotto gli alberi e su le loro fronde.

Le fronde tratenendo in parte il vapore che ascende, fanno diminuire la evaporazione ulteriore della parte sottoposta di terreno: il che è conforme anche alle teoríe da gabinetto.

Le stesse fronde impediscono anche la discesa verticale dell'aria fredda, e insieme impedirebbero l'ascesa verticale dello stesso calorico, se ciò fosse, come sembrava (Bim. V. 1831, pag. 412). Ma vedi al contrario la mia Memoria nel Vol. II. pag. 195-197.

Vi è poi l'accumulamento di calore nei corpi, prodotto di giorno dai raggi del Sole, e che tanto più si mantiene di notte, secondochè i corpi sono maggiori (Bim. III. 1831, pag. 192; e sopra, pag. 9). Sicchè in mezzo ad un albero molto frondoso l'aria di notte dev'essere più calda che al di fuori, com'era molto più calda in un boschetto, secondo la Osservazione III. Bim. VI. 1831, pag. 458, e sopra, pag. 24.

Quanto sia l'effetto del calore accumulato negli alberi anche dall'alto al basso su l'aria sottoposta e su'l terreno, si è veduto nel Bim. III. 1831 degli *Annali* ec., pag. 196 e seg., e sopra, pag. 11 e seg., ove ho parlato del pronto sgelamento della neve, che avviene sotto gli alberi in virtù di quell'azione.

Tutte queste cause devono diminuire il deposito di rugiada nell'interno degli alberi e di sotto.

L'azione poi degli alberi su l'aria che coprono, dee produrre un riscaldamento simile a quello che viene prodotto di notte alla comparsa delle nubi. Del che parlerò nel seguente § VI., dove si vedrà che nè pure quel subitaneo riscaldamento portato dalle nubi si può ripetere dall'impedito irraggiamento negli spazj celesti, e che anzi la causa n'è tuttora ignota.

## CONCLUSIONE DEL § IV.

I fatti analizzati in questo paragrafo sono così decisivi contro la ipotesi dell'irraggiamento notturno come causa di rugiada, raffreddando i corpi al di sotto dell'aria, che l'ipotesi stessa rimane inammissibile; oltrechè già non sussistono i fatti su i quali era fondata, come ho fatto vedere al § II.

Al contrario nei §§ I. e III. ho mostrato la causa semplice e naturale del fenomeno, la quale era sempre vera, ed era sempre una, se anche altre ve ne fossero state.

È necessario infine ridursi a riconoscere questi due fatti: l'uno, che di notte nel terreno, in ciò che lo copre, come il fondo dell'erba, e nella neve, vi è sempre più calore che nel primo strato d'aria; l'altro, che il terreno, l'erba e la neve evaporano continuamente anche di notte.

Ammessi questi due fatti, conseguenza necessaria si è, che il vapore sorgente, e che porta con sè la temperatura del terreno o della neve, incontrando l'aria più fredda, dee condensarsi; e condensato, dee attaccarsi per azione molecolare ai corpi che incontra, e rimanervi perchè già i corpi stessi sono freddi come l'aria.

Ecco dunque formata la rugiada senza l'irraggiamento notturno negli spazj celesti.

Per quanti sforzi si faciano in contrario, quei due fatti sono certissimi, e la conseguenza che ne segue è inevitabile.

Wells medesimo riconobbe il terreno ad uno o due pollici di profondità molto più caldo dell'aria súbito sopra, e riconobbe che di continuo ascende vapore dal terreno anche di notte; cosicchè infine non potè ricusare a questo vapore un intervento nella formazione della rugiada: benchè i suoi seguaci non ne parlino. Bensì pare ch'egli abbia cercato di sostenere ad un tempo che lo stesso vapore ascendente dal suolo non si precipiti se non che alle superficie dei corpi in virtù dell'irraggiamento notturno. Ma quando è accordato che di notte ascende vapore dal suolo, e quando è accordato che procede da una fonte più calda dell'aria fino a certa altezza, è necessaria la sua precipitazione nell'aria stessa e su i corpi freddi come l'aria, che agiscono anche per attrazione, senza ricorrere all'irraggiamento.

Anzi, come ho detto da principio, v'è aperta contradizione ammettendo che si precipiti il vapore per raffreddamento del terreno o dei corpi al di sotto dell'aria, ed ammettendo insieme che il terreno e ciò che lo copre sia più caldo dell'aria. Cosicchè i due sistemi sono inconciliabili, nè le due cause potrebbero coesistere; e provata vera l'una, l'altra necessariamente è falsa.

Si dirà forse che, secondo le leggi stabilite con gli sperimenti di gabinetto in vasi chiusi, l'aria, per lasciar precipitare il vapore notturno che ascende, dee prima saturare sè stessa, se non lo è.

Ciò per altro sarebbe dir meno di quello che ha detto il sig. Biot nel *Traité de Physique*, Volume IV. pag. 662, al passo citato in principio di questa Memoria: *la vapeur d'eau ne se forme et ne s'élève qu'autant que la température de l'air l'admet:* con che il vapore ascenderebbe soltanto finchè l'aria è satura, e non più oltre; mentre vi sono anche i movimenti idrostatici, e mentre è un fatto generale che i vapori ascendono anche di giorno senza saturar l'aria.

A proposito di quella dottrina di gabinetto, che il sig. Biot ha usata appunto per escludere che la rugiada sia una precipitazione di vapore asceso di notte dal terreno, ricorderò quanto ho riferito nella mia Osservazione III. Bim. VI. 1831, pag. 458 e seg., e sopra a pag. 24-25; cioè che campane di vetro collocate di notte in una parte più folta di un boschetto, si bagnavano alla superficie interna, e rimanevano secche alla esterna, com'erano poco o nulla inumidite le foglie degli alberi.

Ivi nulla potea procedere da irraggiamento. Laonde, secondo la dottrina, dentro le campane nel boschetto vi sarebbe stata saturazione, e non precipitazione di vapore, giacchè dopo la saturazione dell'aria ulterior vapore non sarebbe asceso. Ma in fatto la supposta saturazione non impediva ch'entro la capacità delle campane nuovo vapore ascendesse, il quale anzi precipitavasi: dunque è falsa la dottrina.

D'onde si vede che nè pure in vasi chiusi sono vere generalmente quelle teorie che spacciano i Trattatisti dei vapori, massimamente quando si tratta di terreno e di meteore.

Nella supposizione poi non accordata, che di notte all'aperto il vapore ascendente dovesse saturar l'aria prima di precipitarsi, siccome il terreno evapora continuamente, così il vapore occorrente a saturar l'aria a basso, la quale di notte anche si raffredda progressivamente, vi sarebbe sempre; cosicchè per la stessa legge di gabinetto dovrebbe seguire poi la precipitazione dell'ulterior vapore che ascende, ed avrebbe sempre luogo quel progresso dal basso in alto di formazione di rugiada, che ho spiegato nel § III.

Bisogna poi ricordarsi che il vapore che ascende è più caldo dell'aria: per lo che, volendo regolare il caso con gli sperimenti di gabinetto, bisogna mettere a campo anche le leggi delle precipitazioni dei vapori nei miscugli di vapor caldo con aria fredda. Ma qui mancano esperienze dirette bastanti a stabilire una legge generale, libera da supposizioni arbitrarie, per la precipitazione di tali miscugli non solo all'aperto, ma anche in vasi chiusi.

Fatto poi è, che nell'atmosfera vi sono nubi, o sia vapori condensati, senza che l'aria sotto e sopra sia satura, e senza che lo sia nè pure l'aria interposta, come in certe nebbie (Bim. V. pag. 407).

Io poi dico in genere, che gli sperimenti fatti in vasi chiusi valgono assai poco a farci conoscere le leggi che reggono i vapori dell'atmosfera: imperocchè non ci fecero ancora conoscere nè le cause precise per cui i vapori non solo d'aqua, ma anche di altri corpi, che diconsi *fissi*, ascendano tanto in alto sino alle regioni delle nubi; nè come i vapori d'aqua vi ascendano senza saturar l'aria per cui passano: nè le cause certe dell'addensamento di quei vapori in nubi; nè la causa della sospensione delle nubi in aria; nè quelle della loro risoluzione in pioggia o neve; e meno ancora quelle della grandine.

Cosicchè, essendo tanto poco avanzate le cognizioni, è una vana presunzione quella di voler dar leggi ai vapori dell'atmosfera con le nostre piccole sperienze di gabinetto: peggio poi è negare i fatti di osservazione, perchè non si confanno co'i sistemi stabiliti.

Passerò infine a parlare:

1.° Del ghiaccio artificiale delle Indie.

2.° Del riscaldamento improviso che di notte produce la comparsa delle nubi.

3.° Della opposizione che ritrova la ipotesi di Wells nelle stesse teoríe del calorico raggiante, desunte dagli sperimenti.

## § V.

## Sopra il ghiaccio artificiale delle Indie.

In tutti i libri di Fisica, che spiegano la rugiada con la teoría di Wells, si chiude sempre co'l ghiaccio artificiale che si forma al Bengala nelle notti tranquille e serene, come fenomeno anche questo dipendente dall'irraggiamento notturno; e viene addotta tale fabricazione come conferma solenne di quel principio.

Di più si soggiunge, che lo stesso Wells è riuscito a farlo in Inghilterra con gli stessi metodi dell'India.

Si vuole adunque che al Bengala l'aqua contenuta nei vasi si congeli senza che l'aria incumbente o circostante giunga alla temperatura della congelazione. Ma quali sono le prove di ciò? Esaminiamolo.

Prima di tutto le escavazioni che si fanno, riempiute per metà di paglia o canne di zucchero, e i compartimenti a sponde rialzate per collocarvi i vasi, sono operazioni che hanno il doppio scopo d'isolare possibilmente que' vasi dal calore del terreno, e di ottenere che siano circondati da strati d'aria molto bassi ed immobili. I vasi sono profondi soltanto un pollice e un quarto. O si collocano un poco al di sotto del livello del suolo; o pure i compartimenti quadrati, di quattro o cinque piedi di lato, sono circondati da piccoli argini alti quattro o cinque pollici (*Bibliothèque Britannique,* 1815, Vol. I. pag. 294 e seg.).

Tutto ciò mostra chiaramente che le operazioni tendono a mantenere immune dalle oscillazioni superiori quel sottile strato d'aria più basso, che le mie Osservazioni, Tav. I. II. e VII., mostrarono contrarre di notte il massimo freddo. Insieme si combina che l'aqua, sopra cui quello strato d'aria agisce per di sopra e ai lati e per mezzo dei vasi, non è più grossa dello strato medesimo, e che ad un tempo è possibilmente isolata dal calore del terreno.

Le stesse mie Osservazioni V. e VI. mostrarono quale azione riscaldante proceda di notte dalle agitazioni dell'aria in tutti gli strati; sicchè operando con quei compartimenti e ripari, si ottiene certamente, nello strato sottile d'aria più basso, un freddo maggiore di quello che avrebbe mescolandosi più facilmente con gli strati superiori.

Se la congelazione dell'aqua nei vasi dipendesse dal suo irraggiamento notturno, e non dalla temperatura dell'aria che le sovrasta e la circonda, sarebbe indifferente che i vasi fossero sospesi, ed isolati affatto dal terreno a qualche pollice di altezza dal suolo; anzi meglio dovrebbe riuscire l'effetto. Ma invece è necessario che siano un poco profondati, o circuiti da sponde un poco rialzate, a costo anche di non essere affatto isolati dal terreno. Dunque è lo strato d'aria sottile e basso di minima temperatura, tratenuto fra quei ripari, che opera l'effetto.

Si vuole che il freddo notturno dell'aria non giunga al gelo mentre l'aqua nei vasi si congela; ma non consta che sia mai stata misurata la temperatura di quel primo strato d'aria, del quale io parlo. Invece si legge che il termometro collocato su la paglia in mezzo ai vasi, dove l'aqua si gelava, era a 35° Farh. Ma quel termometro su la paglia dovea partecipare alquanto del calore del terreno anche co'l mezzo della stessa paglia; come vi partecipa co'l mezzo dell'erba, secondo le mie Osservazioni, Tav. IV. e VII. E queste con le altre delle Tav. I. e II. mostrano che se su la paglia il termometro era a 35° Farh., un poco al di sopra l'aria dovea essere più fredda, massimamente guarentita in quel modo dalle agitazioni; e doveva appunto giungere anche al grado del gelo e di sotto.

Poi si legge che con un altro termometro si misurava la temperatura dell'aria a piedi 5. 1/2 di altezza, e che si trovava più gradi di Farh. sopra il termine della congelazione. Ma non si tratta della temperatura dell'aria all'altezza di piedi 5. 1/2; si tratta di sapere qual fosse la temperatura del primo strato d'aria a livello di quei sottili strati d'aqua, alti pollici 1. 1/4, che si coprivano di crosta gelata.

Mancano dunque al Bengala osservazioni esatte su la temperatura del primo strato d'aria sottile, nel quale si forma il gelo nei vasi, per poter conchiudere che proceda non dalla temperatura di quello strato, ma invece dal supposto irraggiamento notturno negli spazj celesti.

E secondo la temperatura di 35° Farh., che concepisce il termometro posto su la paglia, partecipante alquanto del calore del terreno, io deduco con la scorta delle mie osservazioni, che in quel primo strato di aria sottile vi sia appunto il freddo occorrente alla congelazione dell'aqua nei vasi allo stesso livello e della stessa grossezza.

Ora vediamo la imitazione fatta dal sig. Wells in Inghilterra per formare il ghiaccio co'i metodi del Bengala (*Bibliothèque Britannique,* 1815, Vol. I. pag. 300 e seg.).

### *Prima esperienza della notte* 3 *Maggio.*

Scavò una fossa lunga piedi 4. 1/2, larga 3, profonda 2. La riempì per mezza altezza di paglia secca, e vi collocò vasi di terra verniciati e non verniciati, con aqua bollita nella stessa sera. Su l'erbetta vicina alla fossa collocò due piatti e un vetro da orologio, con la stessa aqua bollita.

Ad un'ora dopo mezzanotte la temperatura dell'aria a quattro piedi d'altezza dal suolo essendo + 3° 2/9 R., e a sette piedi essendo + 3° 7/9 R., si vide comparire del ghiaccio nel vetro da orologio.

Un'ora dopo il ghiaccio si mostrò nei vasi collocati su la paglia, essendo il termometro all'aria (cioè a quattro o sette piedi d'altezza) a + 2° R. La temperatura dell'erbetta era — 0° 8/9 R. Il suolo alla profondità di un pollice era a + 5° 7/9 R. La rugiada cadeva in abondanza.

Qual cosa prova questa esperienza? Se ad un'ora dopo mezzanotte, all'altezza di quattro e sette piedi, la temperatura era da tre a quattro gradi sopra lo zero, nel primo strato d'aria, alto uno o due pollici da terra fra l'erba, vi poteva essere 0°, ed anche meno, secondo le mie sperienze. Dunque niuna meraviglia se nel vetro da orologio compariva del ghiaccio.

Un'ora dopo pe'l progressivo raffreddamento notturno il termometro a quell'altezza di più piedi era giunto a + 2°; e secondo le mie sperienze di confronto, Tav. VII., il primo strato d'aria sottile dovea essere sotto il gelo.

Di fatto lo stesso Wells notò la temperatura dell'erbetta — 0° 8/9; e un termometro che non vi poggi sopra, ma che sia sospeso all'aria un poco di sopra, deve segnare più freddo, secondo la mia Tav. VII. Dunque niuna meraviglia se si mostrava il ghiaccio nei vasi.

Questa sperienza mostra chiaramente che l'aqua si gelava, non per irraggiamento, ma pe'l freddo del primo strato d'aria a livello dell'aqua.

### *Seconda esperienza della notte* 22 *Maggio.*

Invece di scavare la fossa, usò un altro metodo, pure del Bengala, di circondare un quadrato di tre piè di lato d'un argine alto quattro pollici, riempiendo l'área di paglia secca, su la quale collocò i vasi della prima esperienza, ed alcuni altri più piccoli, pieni d'aqua bollita.

Dopo la esposizione di un'ora l'aqua in un vetro da orologio su la paglia si trovò gelata. L'aria a due piedi sopra lo strato della paglia era a 37° Farh. (+ 2° 2/9 R.).

Secondo le mie sperienze, Tav. VII., essendovi a due piedi d'altezza quella temperatura, il primo strato d'aria a livello dell'aqua doveva appunto essere sotto il gelo.

Mezz'ora dopo il ghiaccio cominciò nei vasi di terra, essendo il termometro, a cinque piedi sopra essi, a 36° Farh. (+ 1° 7/9 R.). Cadeva molta rugiada.

Secondo le mie sperienze, Tav. VII., essendovi a quattro o cinque piedi quella temperatura, il primo strato d'aria sottile a basso dovea certamente essere sotto il gelo.

Dunque anche questa esperienza in luogo di mostrare che l'aqua si gelasse per irraggiamento, confrontata con le mie, mostra che si gelava pe'l freddo dell'aria a basso.

Si soggiunge poi, che in quella notte la massima differenza fra l'erbetta e l'aria fu di 6° Farh., e fra il letto di paglia e l'aria a poca distanza di sopra fu di 9° Farh. Ma bisognava determinare la precisa altezza dell'aria, perchè ciò fosse concludente; e sopra tutto bisognava misurare la temperatura, non dell'erba, nè del fondo della paglia, ma dello strato d'aria a livello dell'aqua contenuta nei vasi.

### *Terza esperienza del* 16 *Ottobre.*

Seguì lo stesso metodo come nella seconda esperienza, e vide comparire il ghiaccio nei vasi, mentre l'aria a 5. 1/2 piedi d'altezza era a 37° Farh. (+ 2° 2/9 R.).

Secondo le mie sperienze, Tav. VII., essendovi a quell'altezza quella temperatura, l'aria bassa a livello dei vasi dovea essere sotto il gelo. Dunque una terza prova, che la congelazione nei vasi procedeva dal freddo dell'aria, e non dall'irraggiamento.

L'Autore in questa terza esperienza aveva collocato su la paglia anche un vaso vôto d'aqua, e osservò che nel corso della notte la rugiada si gelò all'esterno di quel vaso.

Infine adduce che l'aqua non avendo diminuito che poco o nulla di peso per evaporazione, da questa non sia proceduto il freddo della sua congelazione. Ma vi era il compenso della rugiada; e per ultimo, dopo ciò, non ricusa di accordare della influenza anche alla stessa evaporazione.

Ma non v'è bisogno di ricorrere ad evaporazione, e meno ad irraggiamento, per la spiegazione del fenomeno. Fu effetto del freddo dello strato d'aria a livello dell'aqua, non mai esplorato in quelle sperienze, e che dovea essere, secondo le Osservazioni portate dalle mie Tavole, di più gradi sotto la temperatura degli strati superiori esplorati dall'Autore, e inferiore anche alla temperatura del terreno, e di tutto ciò ch'è in comunicazione con questo, come erba, paglia, ec.

Altre considerazioni somministrano tali esperienze del sig. Wells.

In primo luogo, se per congelare l'aqua è necessario isolarla dal terreno, si conosce dunque che il terreno tiene molto calore accumulato di giorno, e che non può quindi raffreddarsi al di sotto dell'aria, massimamente subito dopo l'occaso.

Poi, se nella terza esperienza di Wells si congelava la rugiada all'esterna superficie del vaso vôto collocato su la paglia, ciò prova che ascendeva vapore dal terreno anche framezzo la stessa paglia, il quale trovando l'aria fredda si congelava.

In fine il sig. Wells otteneva co'i metodi delle Indie la congelazione dell'aqua, mentre copiosa precipitava la rugiada; e si vuole che al Bengala l'abondanza di rugiada impedisca l'effetto, perchè quella precipitazione riscaldando l'aqua e i vasi, compensi l'effetto dell'irraggiamento; come appunto dovrebbe essere in conseguenza della teoría. Il fatto dunque come avveniva in Inghilterra, accompagnato da rugiada, è un'altra prova, che non procedeva da raffreddamento per causa diversa da quella del freddo dell'aria.

La conclusione poi ch'io traggo co'l confronto delle mie Osservazioni è, che come il ghiaccio ottenuto da Wells in Inghilterra co'i metodi delle Indie, procedeva evidentemente dalla temperatura del primo strato d'aria sottile, invece che da irraggiamento; così doveva essere anche al Bengala, dove pure non consta che sia mai stata esplorata la temperatura di quel primo strato, e dove le osservazioni termometriche relative al fenomeno sono ancora più imperfette di quelle fatte in Inghilterra, imitando quella fabricazione.

## § VI.

## Sopra il riscaldamento improviso che di notte produce la comparsa delle nubi.

Come le nubi di notte diminuiscono la formazione della rugiada, e più secondo che sono più dense; così con la loro comparsa verso il Zenit, dopo una parte di notte serena, fanno ascendere i termometri esposti: il che viene addotto come grande argomento in favore della ipotesi, che la rugiada sia prodotta da freddo dei corpi al di sotto dell' aria, per causa d' irraggiamento del loro calorico negli spazj celesti.

Prima di parlare delle conseguenze parliamo del fatto, di cui le circostanze non furono ancora nè rilevate, nè ponderate a bastanza. Le prime sperienze note in questo proposito sono di Wilson, fatte nel Dicembre 1783 (*Bibliothèque Britannique*, 1797).

Non parlerò ulteriormente del suo errore di confrontare un termometro alto 4 piedi dalla neve con un altro poggiato su la superficie della stessa neve, *couché sur la neige*, per conchiudere che la neve sia più fredda dell'aria. Ho già mostrato al § IV. n.° 1., in conseguenza delle osservazioni esposte nei §§ I. e II., che un termometro alto 4 piedi non poteva segnare la temperatura del primo strato d'aria; e che un termometro alla superficie della neve non poteva segnare la vera temperatura di questa. Se Wilson avesse collocato un termometro alto pochi pollici dalla superficie della neve, e un altro lo avesse immerso un pollice o due sotto, avrebbe trovato, come nella mia Osservazione I. Tav. I., che la neve era invece molti gradi più calda di quel primo strato d' aria. Ma, indipendentemente da quell' errore di prendere per temperatura della neve quella che era invece approssimativa del primo strato sottile d' aria, sono molto importanti le sue sperienze riguardo all' effetto della comparsa delle nubi e della nebbia dopo una parte di notte serena.

In una prima sperienza della notte 28 Dicembre, finchè fu sereno, il termometro alto 4 piedi era a + 5.° Farh. (— 12° R.), e l' altro su la superficie della neve era a — 7° Farh. (— 17°, 4 R.); cioè quello alto 4 piedi era più caldo 12° Farh. Poi alle ore 11. 1/2 il primo era + 4°, il secondo — 7.° Indi essendosi coperto il cielo, ed essendovi nebbia fino a certa altezza, si riscaldarono entrambi i termometri, quello su la neve più rapidamente; sicchè si avvicinarono, si raggiunsero, e un'ora dopo erano entrambi a + 7° Farh. Mezz' ora dopo si rasserenò di nuovo il cielo, si raffreddarono entrambi i termometri, e di più quello su la neve; sicchè si è ridotto a 8° Farh. più basso dell' altro.

Nella notte 29 Dicembre fece simile osservazione. I due termometri erano alle stesse posizioni. Mentre quello alto 4 piedi era a + 11° Farh., l'altro su la neve era a + 3° Farh. Sopragiunse una nebbia, i termometri si riscaldarono, e in meno di un'ora si erano molto avvicinati: il primo segnava + 12° Farh., il secondo + 10° Farh.

Ancora più interessante fu la osservazione della notte 30 Dicembre. Finchè il cielo fu sereno vi fu la solita differenza fra i due termometri. Alle ore 10 quello alto 4 piedi era a — 4° Farh.; e l' altro su la neve a — 12° Farh., cioè più freddo di 8.° Essendosi coperto il cielo di nubi, questa volta i due termometri non solo si riscaldarono, si avvicinarono e si raggiunsero, ma anzi quello su la neve superò l' altro di 4 gradi. Alle ore 10 e 35 minuti quello alto 4 piedi era a 0,° e l' altro su la neve a + 4.° Sicchè in mezz' ora questo erasi riscaldato di 16° Farh., e l' altro di 4° soltanto.

Da questi fatti sorgono le considerazioni seguenti.

Se le nubi e la nebbia non facessero che impedire l' irraggiamento negli spazj celesti, riflettendo in giù il calorico che vi arriva, non avrebbero fatto altro che rendere stazionaria la temperatura, com'era al tempo della loro comparsa. Ma avendo invece riscaldato, fecero dunque un effetto diverso dalla semplice riflessione del calorico irraggiato all' insù.

Si dirà che le nubi e la nebbia, oltre riflettere, mandano anche in giù il calore proprio raggiante. Ma il riscaldamento è così pronto e di tale quantità, che non potrebbero le nubi avere la temperatura occorrente a produrlo, come dirò in appresso analizzando anche osservazioni mie proprie sopra questo argomento.

Effetto poi rimarcabilissimo fu quello della terza esperienza di Wilson, che non solo i due termometri si raggiungessero, ma che quello più basso abbia sorpassato l' altro di 4 gradi. Veramente non disse che ciò succedesse essendovi nebbia. Ma come, secondo le altre sperienze, la nebbia faceva lo stesso effetto delle nubi alte, è probabile che operi anche questo, di fare ascendere un termometro più basso, tanto che sorpassi un altro superiore.

In tal caso è maggiormente vana la ipotesi dell'irraggiamento per la spiegazione del fenomeno; imperocchè la nebbia non aveva che la temperatura segnata dal termometro sospeso in aria e nella nebbia stessa per lungo tempo, nè poteva per irraggiamento produrre a basso quella temperatura che non aveva ella medesima. Ma prima di parlare d'altre conseguenze proseguiamo co' i fatti.

Anche al sig. Wells e ad altri toccò di vedere l'effetto del pronto riscaldamento segnato dai termometri alla comparsa delle nubi verso il Zenit. A me pure è accaduto di vederlo, e ne riferisco le circostanze.

## OSSERVAZIONE VII.

1.° Si riprenda la Tavola II. della Osservazione II. della notte 21 Luglio 1831 (Bim. VI. 1831, e sopra a pag. 23), e si facia attenzione alle colonne quinta e sesta, che portano le temperature dei varj termometri alle ore 11, e ad un'ora dopo mezzanotte.

Il termometro n.° 2, alto un pollice dalla superficie, era coperto con campana di vetro, come índica la Tavola; il che di notte non porta differenza alcuna di temperatura, mentre di giorno sotto le campane si accumula molto calore (Bim. I. pag. 39, e Bim. III. pag. 193, e sopra a pag. 5. 6. 9). Di fatto alle ore 11 quel termometro coperto n.° 2 segnava la stessa temperatura + 15° come il n.° 1 scoperto, ed alto da terra due pollici.

Alle ore una dopo mezzanotte erano ancora que' due termometri d'accordo, segnando entrambi + 14°. Súbito dopo fatte le annotazioni di quelli e degli altri, erano comparse delle nubi che andavano estendendosi, massimamente dal Sud all'Ovest, le quali si sono estese in brevissimo tempo, benchè più rade, sino al Zenit.

Osservando allora il termometro sotto la campana del n.° 2, trovai ch'era asceso da + 14° a + 15°. Esaminati di nuovo anche gli altri termometri, ho trovato che in quel breve intervallo di tempo aveano sofferto i seguenti cangiamenti.

Il n.° 1, alto due pollici sopra terra, era passato da + 14° a + 15,° 5.

Il n.° 3, in contatto con la superficie del terreno, era passato da + 14°, 4 a + 15° 5.

Il n.° 5, profondo due pollici, era restato come prima a + 18,° 3.

Il n.° 6, profondo sei pollici, era pure restato come prima a + 21,° 5.

Sicchè la presenza delle nubi non aveva per niente riscaldato il primo strato di terreno, e aveva invece riscaldato prontamente il primo strato d'aria. Di fatto si vede che il termometro in contatto co'l terreno era asceso di un grado circa, mentre quello a due pollici di altezza era asceso d'un grado e mezzo.

Insieme è molto notabile che con la stessa prontezza anche il termometro sotto la campana, alto un pollice da terra, sia asceso di un grado; del che parlerò nel seguente § VII.

2.° Si riprenda ora la Tavola IV. della Osservazione IV. (Bim. VI. 1831, pag. 461, e sopra a pag. 26), e si porti l'attenzione alla terza colonna della notte 18 Agosto 1831, che porta i segni di tre termometri alle ore 9 pomeridiane.

È già notato nella Tavola, che il cielo era coperto da leggiero velame, e tale si era mantenuto fino a quell'ora. Nulladimeno la rugiada era abondantissima. Dopo aver notate le temperature dei due termometri allo scoperto, num. 1. 2., portate dalla Tavola, mi sono recato nel boschetto, ove ho presa annotazione della temperatura + 13°, segnata nella Tavola del termometro n.° 4. Pochi minuti dopo, stando ancora nel boschetto, mi sono accorto che quel termometro n.° 4 era asceso un terzo di grado circa, mentre avrebbe dovuto continuare a raffreddarsi. Uscito allora dal boschetto, vidi che il cielo erasi coperto un poco di più all'intorno fino a 45° o 50° dall'orizonte, mentre di sopra e attorno il Zenit si conservava come prima.

Visitati allora di nuovo i due altri termometri, dei quali io aveva prima notate le temperature portate dalla Tavola, ho trovato che ciascuno era asceso: cioè il n.° 2, fra l'erba, di mezzo grado circa; e il n.° 1, alto un pollice dal terreno, un poco meno di mezzo grado.

Dunque le nubi, benchè lontane dal Zenit, avevano recato un riscaldamento sensibile in tutti i termometri, ed anche in quello del boschetto.

3.° Ritenuta la Tavola IV., si porti l'attenzione su l'ultima colonna della sera 23 Ottobre 1831, che marca le temperature di tre termometri alle ore 8 pomeridiane.

Poco dopo quella osservazione essendosi il cielo alquanto coperto, ma con nubi interrotte, mi sono recato ad osservare di nuovo i termometri, ed ho trovato che

Il n.° 1, alto un pollice dal terren nudo, era passato da + 5°, 5 a + 7°;

Il n.° 2, a'piè dell'erba, era passato da + 6° a + 7°, 3;

Il n.° 3, in contatto co'l nudo terreno, era passato da + 7° a + 8°.

Le nubi apparse avevano dunque fatto alzare tutti e tre i termometri, come al solito; e mentre quello in contatto co'l terreno era asceso di un solo grado, gli altri due erano ascesi di un grado e mezzo circa.

Ciò è conforme al risultato della prima osservazione della notte 21 Luglio, che mentre la comparsa delle nubi riscalda sensibilmente il primo strato d'aria, non riscalda sensibilmente il terreno ad un pollice di profondità. Cioè, siccome il termometro n.° 3 in contatto del terreno dovea partecipar meno degli altri due del riscaldamento sopragiunto nel primo strato d'aria, così era asceso mezzo grado di meno. Gli altri due poi erano ascesi pressochè egualmente, per la ragione già conosciuta anteriormente, che la temperatura fra l'erba bassa è sempre presso a poco quella del primo strato d'aria; il che viene confermato anche dal cangiamento eguale avvenuto per la presenza delle nubi.

*Conseguenze di questa Osservazione VII., e delle precedenti relative di Wilson.*

Come ho riferito di sopra, nel Dicembre 1783 Wilson ha osservato che di notte prima serena, alla comparsa di nubi o di nebbia, un termometro in contatto con la superficie della neve si riscaldava molto più di un altro a 4 piedi d'altezza; cosicchè essendo quello prima più basso, raggiungeva l'altro, e in fine lo superava.

Di poi nella notte 21 Luglio 1831 ho osservato che mentre alla comparsa delle nubi si riscaldavano prontamente due termometri, l'uno in contatto del terreno, l'altro due pollici sopra, e più questo di quello; altri termometri nel terreno a due pollici di profondità, e a profondità maggiore, non risentivano alcun riscaldamento.

Nello stesso incontro, ed anche nelle altre notti 18 Agosto e 23 Ottobre 1831, ho poi osservato che nello stesso spazio di tempo si riscaldava meno per la stessa causa un termometro in contatto co'l terreno, di un altro ad uno o due pollici di altezza: il che è conseguente al primo fatto, che la comparsa delle nubi riscalda l'aria, e non il terreno.

Siccome il termometro di Wilson, posto in contatto della neve, partecipava più della temperatura del primo strato d'aria, di quello che della stessa superficie della neve, come più volte ho detto, essendo anzi il primo strato di neve molto più caldo, per la mia Osservazione I. Tav. I.; e siccome ho trovato che la comparsa delle nubi non riscalda sensibilmente il terreno, almeno in quel primo tempo: così dee ritenersi che anche nella esperienza di Wilson la comparsa delle nubi riscaldasse l'aria, e non la neve.

Siccome poi per le sperienze di Wilson l'aria a 4 piedi d'altezza veniva riscaldata dalla comparsa delle nubi meno che l'aria presso la neve, avendo egli osservata questa co'l termometro alla superficie 4° Farh. più calda, le conseguenze che derivano da tutti questi confronti sono le seguenti.

1.° Che se dopo una parte di notte serena il cielo si copre, viene riscaldata prontamente e progressivamente l'aria, e non il terreno, nè la neve che lo coprisse, almeno nel primo spazio di tempo. Potrà bensì di quello e di questa essere diminuito il progressivo raffreddamento per la diminuita evaporazione.

2.° Che con la comparsa delle nubi viene impartito un maggiore aumento di temperatura al primo strato sottile d'aria, di quello che a 4 piedi d'altezza; e per analogía l'aumento di temperatura prodotto da quella causa dev'essere decrescente dal basso in alto in tutti gli strati.

3.° Che quindi come la serenità porta una progressione crescente di freddo nell'aria dall'alto al basso fino alla superficie del suolo; così la comparsa delle nubi, che succede, porta nell'aria stessa una progressione crescente di calore nel medesimo senso dall'alto al basso.

4.° Che a tutti questi effetti sono stranieri tanto il terreno, quanto i corpi che vi giaciono sopra, i quali alla comparsa delle nubi restano nel loro stato primiero, finchè non ricevono influenza dalla stessa aria che ha sofferto il cangiamento, o per l'altra causa della impedita evaporazione.

5.° Come dunque con l'irraggiamento notturno negli spazj celesti non si rende ragione del freddo dell'aria più a basso che in alto finchè è sereno, perchè quel freddo non procede nè dal terreno, nè da ciò che lo copre, come si è veduto al § IV. n.° 1.; così nè con l'impedito irraggiamento per mezzo delle nubi, nè con

la emissione di calor proprio di queste dall'alto al basso, non si rende ragione di quella progressione crescente d'aumento di temperatura notturna dall'alto al basso, che ha luogo nell'aria stessa quando le nubi la coprono.

Quali siano poi le cause del primo e del secondo effetto inverso, è questa un'altra questione. Quì basta intanto riconoscere che co'l supposto irraggiamento non si spiega nè pure il fenomeno del riscaldamento prodotto dalle nubi, come con tanta facilità si decantava, senz'avere ben rilevate e ponderate le circostanze.

Ma vi sono altre circostanze di quest'ultimo fenomeno, delle quali il supposto irraggiamento non dà ragione alcuna, e vi sono anzi contrarie.

6.° Ho riferito che nella notte 21 Luglio 1831 le nubi apparse non solo riscaldarono prontamente i termometri nudi, ma anche uno coperto con campana di vetro, con piccola differenza; e che nella notte 18 Agosto le nubi avevano recato un pronto riscaldamento sensibile non solo ai termometri scoperti, ma anche ad un altro nella parte più folta di un boschetto, dov'era scarsissima la rugiada.

La forza raggiante del calorico oscuro e di bassa temperatura, quale sarebbe quello riflesso od emesso in giù dalle nubi, non potrebb'essere che debolissima, ed incapace di trapassare il vetro, per le stesse teoríe stabilite del calorico raggiante, come dirò nel seguente § VII.

E come si vuole che le fronde, massimamente le folte, impediscano il calorico raggiante del terreno e dei corpi di recarsi in alto; così impedirebbero lo stesso calorico raggiante, riflesso od emesso dalle nubi, di recarsi a basso.

Laonde, secondo la ipotesi, non avrebbero potuto riscaldarsi nè il termometro sotto la campana di vetro, nè quello collocato nel boschetto.

7.° Ma le nubi per riscaldare, come avviene di fatto, dovrebbero fare ben altro che riflettere in giù il calorico emesso al di sotto; dovrebbero mandarne molto di proprio: imperocchè, come ho detto quì sopra parlando delle sperienze di Wilson, la semplice riflessione non farebbe altro che arrestare il raffreddamento progressivo.

Invece vi è riscaldamento; e per mostrare quanto sia e quanto improviso, in confronto del lento raffreddamento anteriore, ritorno alle Tavole II. e IV., e a quanto ho detto quì sopra di relativo.

La Tavola II. mostra che nel progressivo raffreddamento notturno il n.° 1, alto 2 pollici da terra, dalle ore 11 a un'ora dopo mezzanotte era passato da + 15° a + 14°; che il termometro n.° 2, alto un pollice e sotto la campana di vetro, nello stesso intervallo di tempo era pure passato da + 15° a + 14°; e che il n.° 3, in contatto con la superficie del terreno, era passato da + 15°, 5 a + 14°, 4.

Ora alla comparsa delle nubi, súbito dopo la osservazione di un'ora dopo mezzanotte, tutti e tre i termometri hanno riacquistato in brevi istanti tutto il calore che avevano perduto in due ore di tempo, ed anche qualche cosa di più: imperocchè, come ho detto quì sopra nella Osservazione VII. n.° 1, il termometro n.° 1 passò da + 14° a + 15°, 5; il n.° 2 passò da + 14° a + 15°; e il n.° 3 passò da + 14°, 4 a + 15°, 5.

E quello che dico dei termometri si deve dire di tutto lo strato inferiore d'aria, in cui erano collocati; cioè che in brevi istanti riacquistò per la presenza delle nubi tutto il calore perduto in due ore, quand'era sereno.

Similmente la Tav. IV. mostra che nella sera 23 Ottobre 1831 i tre termometri in due ore di tempo, cioè dalle 6 alle 8 pomeridiane, si erano raffreddati come segue:

Il n.° 1, alto un pollice da terra, era passato da + 7°, 5 a + 5°, 5.

Il n.° 2, a' piè dell'erba, era passato da + 7° a + 6°.

Il n.° 3, in contatto co'l terreno, era passato da + 9° a + 7°.

Comparse poi le nubi, i termometri in pochi minuti si riscaldarono, come ho detto quì sopra nella Osservazione VII. n.° 3., passando cioè

Il n.° 1 da + 5°, 5 a + 7°.

Il n.° 2 da + 6° a + 7°, 3.

Il n.° 3 da + 7° a + 8°.

Dunque anche questa volta in pochi minuti riacquistarono presso a poco il calore perduto in due ore; eccettuato il n.° 3, che riacquistò la metà del perduto, e che si riscaldò di minore quantità degli altri, per la ragione addotta di sopra, che partecipava della insensibilità del terreno con cui era in contatto.

Domando io come questi fenomeni possano dipendere dal supposto irraggiamento. La semplice rifles-

sione delle nubi non può restituire che quanto viene emesso; e in brevi istanti o minuti, con quella proporzione di quantità emessa e perduta in due ore, la restituzione sarebbe riuscita insensibile, anche supponendo che le nubi tutto restituiscano, mentre non rifletterebbero in giù che una parte, assorbendone un'altra.

Bisogna dunque supporre, secondo la ipotesi, le nubi tanto calde da somministrare presso terra per irraggiamento, in uno, due o tre minuti, tanto calore, quanto ne viene perduto con l'irraggiamento in due ore di tempo; cioè 40 o 60 volte più di quello che viene irraggiato in alto nello stesso tempo. E supponendo anche l'irraggiamento proporzionale nello stesso tempo alle differenze delle temperature (il che però fu trovato non vero, decrescendo l'irraggiamento alle basse temperature molto più rapidamente); dovrebbero le nubi, almeno dalla parte rivolta alla terra, essere almeno quei numeri di volte più calde della superficie del terreno, dei corpi che vi giaciono, e dell'aria a basso. Ma stando alle leggi di fatto, stabilite con gli esperimenti, dovrebbero essere ancora più calde, perchè una parte del loro calorico raggiante sarebbe assorbito dall'aria.

Tale temperatura delle nubi è affatto inammissibile.

E molto meno è ammissibile di notte, secondo la ipotesi di cui si tratta; giacchè godendo le nubi l'aspetto liberissimo del cielo, dovrebbero grandemente raffreddarsi di sopra, poi capovolgersi presentando alla terra la parte più densa e raffreddata, e raffreddarsi di nuovo superiormente.

In luogo dunque dell'irraggiamento notturno altre cause certamente vi sono, che alla presenza delle nubi portano subitaneo riscaldamento a basso, e non nel terreno o nei corpi, ma nell'aria stessa, come risulta dalle osservazioni; e con quella stessa progressione crescente dall'alto al basso, che aveva prima il freddo a cielo sereno.

Quando si considera che il raffreddamento che accompagna la serenità è un effetto in ordine precisamente inverso al riscaldamento che accompagna la presenza delle nubi, e che queste non possono produrre quell'effetto nè per riflessione di calorico raggiante asceso dal basso, nè per irraggiamento proprio; nasce la idéa, che que' due effetti inversi abbiano cause inverse, simili a quelle dei fenomeni elettrici. Ma invece di creare sistemi di spiegazione, occorre studiare maggiormente i fatti, e ripetere le osservazioni.

## § VII.

### Le stesse teoríe del calorico raggiante, come sono desunte dagli esperimenti, sono contrarie alla ipotesi, che la rugiada sia prodotta da irraggiamento notturno del calorico negli spazj celesti.

1.° Gli sperimenti di gabinetto diedero alcuni bei fatti importanti su la forza del calorico di difondersi in raggi, di riflettersi, e di trasmettersi pe' i corpi diafani; ma ad alte temperature, e massimamente allo stato di calore luminoso.

Per analogía un grado di forza raggiante si deve considerare nel calorico anche in ogni altra temperatura, e alle più basse; ma resta a vedere sino a qual punto questa forza possa vincere le azioni degli stessi corpi su'l calorico, tendenti a tratenerlo. Certo è che le stesse sperienze mostrarono con l'abbassamento di temperatura un decremento di quella forza rapidissimo; cosicchè nel suo decremento è meno che proporzionale all'eccesso di temperatura del corpo sopra quella dei circostanti.

Si parla delle *facoltà emittente, assorbente* e *riflettente* dei corpi, varie secondo la loro natura e lo stato delle loro superficie; e si parla della *facoltà trasmittente*, ch'è propria dei corpi diafani. Ma si ritiene che il calorico si mova in raggi per forza sua propria, e che i corpi, riguardo a questa, siano meramente passivi, offrendo più o meno d'impedimento al suo esercizio.

Dov'è più libero l'ingresso, più libera è anche la uscita; dove quello è più difficile, anche questa è più difficile. Questi sono assiomi, i quali fanno prevedere *a priori* quello ch'è di fatto: cioè che le facoltà assorbente ed emittente vanno di pari passo; e che dove minori sono le facoltà assorbente ed emittente, maggiore è la facoltà riflettente.

In mezzo a tutto questo venne in campo la ipotesi tanto applaudita degli scambj recíproci, o sia dell'*equilibrio mobile* dei signori Prevost e Fourier, per la spiegazione di ogni eguaglianza o diseguaglianza di temperature. Con questa ipotesi si pone in continuo movimento per raggi il calorico delle temperature da un corpo all'altro. Sottomessa al calcolo con certe condizioni opportune, produsse i risultati dell'equilibrio,

perchè già il calcolo obedisce à qualunque supposizione astratta che sia equivalente al fatto elementare, comunque sia poi questo determinato in natura. I risultati di quantità sono sempre gli stessi, indipendentemente dalle qualità determinate delle forze o delle cause. Queste qualità, riguardo al calcolo, non sono che differenze di nomi.

Non è mio proponimento d'esaminare quì come si facia in quella ipotesi a combinare il continuo movimento in raggi del calorico di temperatura da un corpo all'altro con le azioni raffrenanti o assorbenti degli stessi corpi, le quali pure conviene ammettere; nè come si facia a spiegare i differenti calorici specifici secondo la varia natura delle sostanze; nè come possa lo stesso calorico ora essere quieto, stagnante o latente anche nei gas, ove le molecole che lo tratengono sono relativamente tanto distanti fra loro; ora moversi e circolare fra i corpi con rapidità comparabile a quella della luce, dove le molecole dei solidi e dei liquidi sono tanto più approssimate.

Ponendo da canto le ipotesi oscure circa tali proprietà opposte di una sostanza ancora più oscura e imaginaria, che si colloca fra le parti della materia ordinaria sotto il nome di *calorico*, voglio quì soltanto parlare dei fatti sperimentali.

2.° Dopo Wells, tutti quelli che hanno seguita la ipotesi circa la rugiada debbono convenire, come di fatto convengono più o meno chiaramente nei loro scritti, che, secondo quella ipotesi, i corpi per coprirsi di rugiada dovrebbero tanto raffreddarsi al di sotto dell'aria, quant'è necessario per ridur quella in contatto con loro al di sotto del termine di saturazione co'l vapore che contiene; cosicchè i corpi dovrebbero divenire sempre più freddi, secondo che l'aria è più secca.

Ma, come ho detto nella Conclusione del § II., per fondare la ipotesi bisognava non supporre, ma provare con gli sperimenti, che i corpi, su i quali si depone la rugiada, si raffreddino di quel tanto. Invece viene ciò supposto, perchè la ipotesi importa così, e perchè dev'essere vera. E quando si parla degli sperimenti su'l freddo notturno del terreno e dei corpi in confronto dell'aria, si citano sperimenti che hanno confuso la temperatura del suolo e dell'erba corta con quella del primo strato sottile d'aria; si citano misure di temperatura dell'aria a più piedi d'altezza dal suolo, ben diversa da quella del primo strato; si esagerano anche i risultati di confronto che furono ottenuti; e in fine si promettono risultati da ottenersi, affatto favolosi per chi volesse farne le prove: il tutto come a suo luogo ho rimarcato.

Fatto è che la rugiada non manca mai di formarsi prontamente quando il Sole è all'occaso, ed anche prima, in luoghi ombreggiati, per quanto l'aria sia secca, purchè vi sia serenità e calma d'aria. Se così pronto fosse il raffreddamento dei corpi da ridurre l'aria in contatto sotto il termine di sua saturazione, per quanto sia secca, non si vede come nel corso della notte il raffreddamento non dovesse giungere alla enormità.

Tutti gli altri esami di fatto che ho instituiti, e che determinarono una causa vera della rugiada, nell'atto che la dimostrano diversa dall'irraggiamento notturno, dimostrano insieme che se questo irraggiamento esiste, non è che debolissimo, e non mai atto a produrre quel fenomeno. Ciò è appunto conforme alle stesse teoríe desunte dagli sperimenti circa il calorico raggiante.

3.° Comincerò da uno sperimento che viene citato come relativo direttamente all'irraggiamento notturno. Un termometro collocato al foco di uno specchio parabolico, rivolto di notte verso il cielo sereno, si abbassa. Ma di quanto si abbassa? Non si dà Tavola di tale sperienza, che mostri i tempi, le degradazioni, i minimi. Si pone nel foco la bolla di un termometro differenziale per vedere il raffreddamento; e questo basta per far comprendere che si tratta di una frazione, forse anche piccola, di grado. Se il miglior mezzo di raffreddamento per raggi non dà che questo, i corpi che non hanno di sotto specchi parabolici, e che pure si coprono prontamente di rugiada, si raffredderanno ancora meno: sicchè l'irraggiamento loro, come debolissimo, non può esser causa di rugiada; vale a dire, non può esser atto a ridurre l'aria di contatto al termine di saturazione, se già non lo è per sè stessa, indipendentemente dal contatto e da quell'irraggiamento.

La stessa esperienza adunque, che viene addotta in favore della ipotesi, la distrugge in luogo di appoggiarla.

4.° Un'altra prova diretta della debolezza dell'irraggiamento notturno viene offerta dalla mia Osservazione V. Tavola V. al n.° 3. co'l confronto della temperatura di un termometro nudo con quella di altro coperto di foglia d'argento, collocati alla medesima altezza. Secondo le Tavole che vengono date delle facoltà emittenti, il vetro l'ha grandemente superiore a quella dell'argento e degli altri me-

talli: e pure il termometro vestito di foglia d'argento non segnò che una differenza di mezzo grado, che co'l tempo era giunta anche ad un grado, ma che poi ritornò a mezzo grado; e in fine il termometro vestito era divenuto anzi un poco più freddo del nudo. Quest'ultimo fatto è conforme all'altro della Osservazione VI. Tav. VII., che un vaso di mercurio era divenuto alla lunga più freddo di un termometro all'aria e alla medesima altezza.

5.° Ma parliamo anche delle sperienze di gabinetto, le quali sono ben lontane dal mostrare possibile che i corpi di notte, anzi nella prima ora, si raffreddino per irraggiamento al di sotto dell'aria quel tanto ch'è necessario a far precipitare il suo vapore, qualunque sia il suo stato di secchezza.

Mancano sperienze su'l calorico raggiante a grandi distanze. Anzi le sperienze fatte mostrano che non sono sensibili i suoi effetti se non che a distanze piccole, cioè fino ai 60 o 70 piedi, benchè la sorgente sia di alta temperatura.

L'indebolimento d'intensità dei raggi è molto rapido, quantunque riflessi da specchi concavi; e ciò a causa della resistenza dell'aria che li riflette, e dell'assorbimento che ne fa.

Riguardo al decremento di questo calorico in raggi divergenti nella ragione inversa dei quadrati delle distanze, questa legge non è ancora mostrata da sicure sperienze; e si conviene che non potrebbe aver luogo che a piccole distanze, a causa della rapida degradazione d'intensità, dipendente dall'assorbimento che ne fa l'aria.

Incontra poi moltissima difficoltà il calorico raggiante, benchè di alta temperatura e luminoso, a passare corpi diafani più densi dell'aria, come il vetro, quando non sia il calore dei raggi del Sole.

Così una lamina di vetro che intercetta 1/7 od 1/8 del calore dei raggi del Sole, intercetta quasi tutto il calore raggiante, benchè luminoso, di una fornace accesa.

Fu sperimentato che un calore, benchè di alta temperatura e luminoso, dopo aver passata una prima lamina di vetro, nel passarne una seconda perde un'altra parte di sè stesso, benchè la seconda perdita sia una parte aliquota minore del calorico incidente su la seconda lamina. Così dovrà essere di séguito nel passare per altre lamine successive. Lo che mostra il progressivo indebolimento della forza raggiante del calorico nel passare a traverso i corpi diafani; e vie più secondochè sono più grossi. Con che ho spiegato nel Bim. I. 1831, pag. 43, e quì sopra a pag. 5-8, l'accumulamento di calore di giorno nei vasi diafani, oltre l'altra causa concorrente d'essere il termometro rinchiuso guarentito dalle agitazioni e rinovazioni d'aria, le quali di giorno sono cause raffreddanti.

Parlando di calore oscuro, come non vi sono esperienze che mostrino una sensibile rifrazione, così fu tentato invano di concentrare i suoi raggi al foco delle lenti.

Se la temperatura della sorgente, da cui parte il calore oscuro, non è molto alta, il suo passaggio a traverso d'una lamina di vetro anche sottile è insensibile. Sopra il termine dell'aqua bollente si trasmette sensibilmente, e sempre più secondo che cresce la temperatura della sorgente; sicchè quando questa è luminosa, la trasmissione diviene più facile. Ma bisogna sempre che la lamina sia sottile, per le cose dette quì sopra.

Per quanto sieno concentrati i raggi della Luna, non si è mai potuto scoprire in essi calore sensibile: lo che mostra che il calore riflesso non procede a grandi distanze, e meno attraversa l'atmosfera.

Questi sono i fatti in genere, nei quali convengono i Fisici circa la forza raggiante del calorico, benchè non sieno ancora ben chiare e distinte le idée sopra questo argomento, per non essere state a bastanza ripetute ed estese le indagini sperimentali. Secondo questi fatti, si presentano naturalmente le seguenti conseguenze.

6.° Decrescendo la forza raggiante del calorico secondochè decresce la temperatura, ed essendo molto rapido nell'aria il suo indebolimento, non giungendo il calorico raggiante senonchè a piccole distanze anche quando è alta la temperatura della sorgente per l'assorbimento che avviene nell'aria stessa; tale indebolimento dev'essere grandissimo, ove la sorgente sia oscura e di bassa temperatura. Non può dunque ammettersi che il calorico notturno del terreno e dei corpi giunga sensibilmente agli spazj celesti, trapassando più millia d'aria e di vapori.

Per la stessa ragione, e perchè niuna esperienza ha mostrato ancora sensibile riflessione del calore oscuro se non è incidente a piccole distanze dalla sorgente, non può ammettersi nè che il calorico raggiante di notte dal terreno e dai corpi giunga sensibilmente sino alle nubi, nè che da queste venga riflesso sino alla terra.

Per le stesse ragioni non può ammettersi che giunga sino a terra parte sensibile di calorico proprio emesso dalle nubi.

Come il calore oscuro alle temperature ordinarie non passa sensibilmente il vetro, così alla comparsa delle nubi di notte non si riscalderebbe sensibilmente nè l'aria nè alcun corpo sotto una campana di vetro per mezzo del calorico raggiante o riflesso, o emesso in giù dalle nubi.

Invece, secondo la Osservazione VII., la comparsa delle nubi avea fatto alzare prontamente di un grado un termometro sotto una campana di vetro, presso a poco come altri termometri scoperti.

Ciò conferma quanto ho dedotto per altre circostanze da quella Osservazione, che l'aumento di temperatura a basso nell'aria, che avviene di notte alla comparsa delle nubi, non dipende da calorico irraggiato da quelle nè per riflessione, nè per emissione.

Dunque le stesse teoríe stabilite con gli sperimenti circa il calorico raggiante si oppongono alla supposizione, che al sopragiungere della notte si raffreddino per irraggiamento aria, corpi e terreno, tanto da ridur l'aria stessa al di sotto del termine di saturazione, per lasciar precipitare il suo vapore; e le teoríe stesse sono contrarie anche all'altra supposizione, che al comparire delle nubi, dopo una parte di notte serena, il riscaldamento che avviene a basso nell'aria sia prodotto da riflessione e da emissione delle stesse nubi.

Oltre avere determinata con gli sperimenti e con le legitime loro conseguenze per causa certa della rugiada la condensazione del vapore notturno che ascende nell'aria più fredda che incontra, e su i corpi freddi come l'aria, co'l progressivo suo alzamento spiegato nel § III., causa ch'era sempre vera, se anche altre ve ne fossero state; ho poi fatto vedere che per nessun confronto di fatto, e nè meno per le dottrine sperimentali, si può assegnare al fenomeno l'irraggiamento notturno nè come causa seconda, nè come causa concorrente.

Il favore per questa ipotesi è nato da una serie d'illusioni, e tali che in mezzo all'oscurità dei fonomeni meteorologici si riteneva questa per la verità meglio dimostrata. Ma si aveva ragionato a rovescio, perchè, in luogo di fondarla su i fatti, si sono prese per fatti le conseguenze della stessa ipotesi, come tante volte ho rimarcato: sicchè in fine non aveva per base che sè medesima. Era poi raccomandata dalla sua novità, e dal brio di sue credute connessioni con le, benchè poche, dottrine conosciute del calorico raggiante.

È venuta fra di noi con quel corredo dalla stessa parte che ci mandò e la manía d'improvisare spiegazioni sopra ogni cosa, e la fantasía di sapere ormai tutto, creando il mondo di átomi solidi e di fluidi imponderabili.

---

## Appendice alla Memoria su le cause della rugiada, inserita nel Bimestre VI. 1831, e Bimestri I. e II. 1832 degli *Annali delle Scienze*; o sia circa il fenomeno dell' improvviso riscaldamento notturno del basso strato d'aria alla comparsa di nubi, massimamente verso il Zenit; e sopra altri fatti che riprovano, oltre ai tanti altri, la ipotesi che la rugiada sia prodotta da irraggiamento notturno del calorico negli spazj celesti. Del Dott. Ambrogio Fusinieri.

(Inserita negli *Annali delle Scienze del Regno Lombardo-Veneto* del 1832, pag. 305.)

---

Il fenomeno dell' improvviso riscaldamento segnato dai termometri, che avviene di notte nell'aria presso terra alla comparsa di nubi, massimamente se sono verso il Zenit, si credea spiegarlo con la riflessione all' ingiù che facessero le nubi del calorico raggiante dei corpi terrestri, ed anche forse con una emissione di calorico proprio delle stesse nubi dall' alto al basso.

Invece ho dimostrato nel § VI. di quella mia Memoria (Bim. II. 1832, pag. 63, e sopra a pag. 57), che quella spiegazione era figlia della irriflessione, e di non aver bene esplorati nè ponderati i fatti, mentre questi la distruggono, in luogo di appoggiarla. L' uno è, che la comparsa delle nubi riscalda l' aria, e non il primo strato di terreno, benchè molto sottile. L' altro, che la comparsa delle nubi tanto più riscalda l' aria, quanto più questa è vicina a terra, osservando l' ordine precisamente inverso del suo raffreddamento quando il cielo è sereno. Il terzo, che la comparsa delle nubi fa acquistare all'aria in pochi istanti un calore eguale a quello che avea perduto in più ore di tempo, mentre la riflessione in giù del calorico non farebbe che rendere stazionaria la temperatura che vi era al tempo della comparsa delle nubi; e mentre se si considera la emissione al basso del calorico proprio delle nubi, non possono aver queste una così alta temperatura da produrre quel-l' effetto così pronto e segnalato.

Ho quindi concluso a pag. 69, e sopra a pag. 61, che *in luogo dell' irraggiamento notturno altre cause certamente vi sono, che alla presenza delle nubi portano subitaneo riscaldamento a basso, e non nel terreno o nei corpi, ma nell' aria stessa, come risulta dalle osservazioni; e con quella stessa progressione crescente dall' alto al basso, che avea prima il freddo a cielo sereno.*

Fin d' allora ho considerato che dovesse portare qualche schiarimento a questo curioso fenomeno ed alle sue cause lo sperimento di coprire da vicino, in notte serena e tranquilla, dei termometri a varie altezze dal suolo, per vedere se un tale riparo producesse effetto simile a quello delle nubi. V' era già il fatto, che sotto le fronde degli alberi, e molto più in un boschetto, in notte tranquilla e serena, l' aria e i corpi si raffreddano molto meno che all' aperto (Bim. VI. 1831, Osservazione III. pag. 458, e sopra a pag. 24). Ma in quel caso il riparo sovraposto era perenne, ed erano da confrontarsi gli effetti di un riparo mobile con quelli della comparsa delle nubi.

Quindi nella notte del 19, venendo il 20 Maggio 1832, ho fatto le osservazioni raccolte nella Tavola seguente in un prato scoperto, dove l' erba era alta da uno a due piedi. I termometri erano prossimi fra loro.

TAVOLA VIII. *Osservazioni termometriche fatte in un prato scoperto presso a Vicenza nella notte 19-20 Maggio 1832 con l'erba alta da uno a due piedi; con annotazioni relative alla rugiada.*

| Termometri con la scala di R., e prossimi fra loro. | Ore 6. 3/4 pom.<br>Sereno, con l'aria un poco agitata. | Ore 7. 1/2<br>Sereno; aria un poco agitata, ma meno che alle ore 6. 3/4 | Ore 8.<br>Sereno, ed aria tranquilla. Rugiada incipiente a basso fra l'erba. La metà superiore e le cime ancor secche. | Ore 9.<br>Sereno, ed aria tranquilla. Erba a basso bagnata di rugiada più che prima. Cime ancor secche. | Ore 10. 3/4<br>Sereno, ed aria tranquilla. Tutta l'erba bagnata anche alle cime, ma più a basso che in alto. Termometri bagnati anche nelle parti che sormontano l'erba. Fronde degli alberi a 5 piedi circa d'altezza inumidite, ma non ancora bagnate. | Ore 12 3/4<br>Sereno, ed aria tranquilla. Da per tutto rugiada più copiosa di prima. Fronde degli alberi a 5 piedi circa di altezza bagnate. | Ore 1 dopo mezzanotte.<br>Termometri coperti con ombrella da 15 minuti circa. Aria tranquilla. Cielo con velame rarissimo ed interrotto. | Ore 1. 1/4 dopo mezzanotte.<br>Termometri dopo tolta la ombrella da 15 minuti circa. Aria tranquilla. Cielo con velame rarissimo ed interrotto come ad un'ora. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. In contatto co'l terreno al fondo dell'erba alta piedi 1. 1/2 circa. | + 13°, 5. | + 12°, 5. | + 11°, 5. | + 10°, 3. | + 8°. | + 7°, 5. | + 8°, 5. | + 7°. |
| II. Co'l bulbo alto dal fondo dell'erba pollici 2. lin. 2. | + 11°, 7. | + 9°, 8. | + 8°, 3. | + 6°, 8. | + 4°, 3. | + 4°. | + 4°, 7. | + 3°, 7. |
| III. Co'l bulbo alto dal fondo dell'erba poll. 7. | + 11°. | + 9°. | + 7°, 3.<br>Manca la rugiada. | + 6°, 5. | + 4°, 3. | + 4°. | + 4°, 7. | + 3°, 4. |
| IV. Co'l bulbo a livello delle cime dell'erba alta piedi 1. poll. 6 circa. | . . . . . . | + 10°, 5. | + 9°.<br>Manca la rugiada. | + 8°.<br>Manca la rugiada. | + 5°, 5. | + 5°, 5. | + 5°, 7. | + 4°, 5. |

La Tavola presenta la esplorazione delle varie temperature a piccole differenze d'altezza fra l'erba alta; mentre le sperienze di Wells, a cui tutti si riportarono, riguardanti l'erba, furono fatte sempre su la piota, o sia su l'erba tagliata corta: ed io medesimo le avea così ripetute anteriormente a quest'ultima esperienza, siccome risulta dalla citata Memoria. La Tavola attuale presenta poi le cose seguenti:

1.° Il termometro n.° I. in contatto del terreno fra l'erba fu sempre il più caldo di tutti: del che la causa è manifesta, cioè perchè partecipava del calore del terreno, il quale è sempre più caldo del primo strato d'aria sovrastante, com'è dimostrato dalle mie anteriori osservazioni.

2.° Mentre sopra il nudo terreno, sopra la neve, o sopra l'erba assai corta, il massimo freddo in notte tranquilla e serena è sempre a due pollici circa d'altezza, come risulta dalle mie osservazioni d'inverno, d'estate e di autunno, esposte nella citata Memoria; invece nel caso dell'erba alta il massimo freddo fu al n.° III. della Tavola, cioè a sette pollici di altezza dal terreno, o sia dal fondo dell'erba. In séguito dalle ore 10. 3/4 in poi le temperature dei due strati II. e III. si sono equilibrate.

Di ciò si rende ragione con lo stesso calore del terreno: cioè nel caso dell'erba alta, questa trasmette fino a quella piccola altezza di due pollici nelle prime ore una parte di quel calore; quindi il massimo freddo è al di sopra. Nè pure in séguito, a causa della trasmissione del calore del terreno per mezzo dell'erba, vi può essere quella rapida gradazione di temperatura da un pollice all'altro, che ho trovata sopra il nudo terreno e sopra l'erba corta. Quindi in mezzo all'erba lunga l'azione raffreddante, qualunque sia, del primo strato d'aria si confonde co'l calore trasmesso dal terreno, e quindi i due vicini strati si trovano equilibrati.

Le ultime tre colonne della Tavola presentano l'effetto su i termometri di una ombrella che li copriva da vicino, essendo piantato il manico nel terreno, precisamente simile a quello che operano le nubi.

Dalle ore 10. 3/4 fino alle ore 12. 3/4, cioè in due ore, i quattro termometri scoperti si erano raffreddati come segue:

Il n.° I. passò da 8° a 7°, 5. Perdita 0°, 5.
Il n.° II. — da 4°, 3 a 4°. — 0°, 3.
Il n.° III. — da 4°, 3 a 4°. — 0°, 3.
Il n.° IV. — da 5°, 5 a 5°, 5. — 0°, -

Dalle ore 12. 3/4 ad un'ora dopo mezzanotte gli stessi termometri coperti con una ombrella si sono riscaldati come segue:

Il n.° I. passò da 7°, 5 a 8°, 5. Acquisto 1°, -
Il n.° II. — da 4° a 4°, 7. — 0°, 7.
Il n.° III. — da 4° a 4°, 7. — 0°, 7.
Il n.° IV. — da 5°, 5 a 5°, 7. — 0°, 2.

Dunque in 15 minuti ciascuno dei quattro termometri coperti con ombrella aveva acquistato calore più del doppio di quello che avea perduto in due ore di tempo.

E non è nè pur certo che vi abbiano impiegati tutti i 15 minuti, perchè la osservazione fu fatta alla estremità di quell'intervallo di tempo.

Dunque la ombrella operò lo stesso effetto delle nubi, e forse anche più segnalato, nel produrre un pronto riscaldamento.

In secondo luogo, come avviene con le nubi, il riscaldamento maggiore fu presso a terra, e fu progressivamente minore dal basso in alto.

Se la ombrella non avesse fatto altro che riflettere in giù i raggi calorifici emessi dall'erba, dai termometri e dall'aria, avrebbe soltanto impedito il raffreddamento ulteriore, e resa stazionaria la temperatura. Avendo invece prodotto un pronto riscaldamento, questo non potè essere proceduto da riflessione di quei raggi.

La ombrella non aveva certamente calor proprio da emettere per produrre quel pronto riscaldamento, imperocchè era stata prima spiegata e lasciata raffreddare; e di più, ella stessa erasi imbevuta di umidità, o sia di rugiada: il che importerebbe, secondo la ipotesi di Wells, che si fosse raffreddata più dell'aria.

Tolta la ombrella, e lasciati scoperti di nuovo i termometri, dopo eguale spazio di 15 minuti, come dimostra l'ultima colonna, si erano raffreddati come segue:

Il n.° I. passò da 8°, 5 a 7°, - Perdita 1°, 5.
Il n.° II. — da 4°, 7 a 3°, 7. — 1°, -
Il n.° III. — da 4°, 7 a 3°, 4. — 1°, 3.
Il n.° IV. — da 5°, 7 a 4°, 5. — 1°, 2.

Cioè dopo 15 minuti che i termometri erano scoperti, aveano perduto più di quello che aveano acquistato in tempo eguale quand'erano coperti; ed hanno perduto il triplo, e più di quello che avevano prima perduto in due ore di tempo, dalle 10. 3/4 alle 12. 3/4.

Secondo questa esperienza il raffreddamento dei termometri dopo che furono scoperti fu ancora più pronto del loro riscaldamento quando vennero coperti.

Ma supponendo anche tanto pronto il raffreddamento quanto il riscaldamento, non si può spiegare nè l'uno nè l'altro co'l calorico raggiante. Non il riscaldamento, per le cose dette di sopra; non il raffreddamento, perchè nella sua celerità fu sproporzionato affatto al progresso ordinario nel corso della notte.

Di più, in quel pronto raffreddamento, dopo tolto il coperchio, il termometro n.° I. più basso, più inviluppato, e più tolto al libero aspetto celeste, ha perduto nello stesso tempo più calore degli altri: il che prova evidentemente, che quel raffreddamento non è proceduto da irraggiamento di calorico negli spazj celesti.

Da che dunque procedono il pronto riscaldamento notturno alla comparsa delle nubi, o al collocarsi da vicino un coperchio, e il raffreddamento egualmente pronto alla scomparsa delle nubi, o togliendo il vicino coperchio?

Io non credo che si possa ancora rispondere adequatamente a tale domanda; ma certamente concorre a quegli effetti il vapore notturno ascendente dal terreno, dimostrato incontrastabilmente da tutte le osservazioni della citata Memoria.

Questo vapore, che procede da una fonte più calda dell'aria, qual è il terreno, ascende e si condensa progressivamente ad altezze sempre maggiori, come ho spiegato in quella Memoria. Finchè un fluido specificamente più leggiero per maggiore temperatura ascende, il calorico che s'impiega nell'ascensione non si equilibra; ma se l'ascensione idrostatica viene impedita, la temperatura del fluido deesi equilibrare nel luogo dov'è tratenuto.

Quindi è che il vapore notturno ascendente dal terreno, tratenuto da un coperchio, dee riscaldare l'aria e i corpi circostanti più di quello che se la sua ascensione non fosse impedita.

Così egualmente tolto il coperchio, data libertà al vapore di ascendere, e dato l'accesso all'aria circostante più fredda nello spazio ch'era stato riscaldato, deve avvenire un pronto raffreddamento.

Tutto questo è facile a comprendersi dove si tratta di un coperchio vicino; ma come applicarlo alle nubi tanto alte, le quali producono parimente lo stesso effetto? E pure effetti simili devono procedere da cause simili.

Che i vapori di giorno e di notte ascendano fino alle regioni delle nubi, questo è pure incontrastabile, benchè non se ne conosca ancora la causa precisa. Le nubi alla loro comparsa verso il Zenit tratengono le intiere colonne di vapore sottoposto nella loro tendenza ascensiva. Il vapore più alto tratenuto tratiene esso pure il vapore soggetto, e così da vicino a vicino l'arresto dell'ascensione idrostatica arriva fino alla terra. Quindi il vapore che continuamente ascende dal terreno, e che si trova tratenuto, sparge all'intorno il suo eccesso di temperatura, che non può impiegare nell'ascensione.

Di fatto la comparsa delle nubi diminuisce la evaporazione notturna dello stesso terreno; ed è questo un fatto che combina con la suddetta spiegazione del riscaldamento che producono.

Il calore pertanto che si rende sensibile di notte o alla comparsa delle nubi, o nel luogo dove un tratto di terreno sia da vicino coperto, procede dallo stesso terreno; nè da altra sorgente può procedere, perchè non ve n'è alcun'altra che possa somministrarlo.

Ora passo ad aggiungere qualche cosa circa la rugiada.

Le nuove osservazioni che ho fatte su l'erba alta presentano altri argomenti irresolubili contro la ipotesi di Wells circa la causa della rugiada, oltre i tanti altri che ho esposti in quella Memoria, e particolarmente nel § IV. Bim. I. 1831, pag. 23, e sopra a pag. 53.

E per primo dirò, aver io osservato con tutto lo scrupolo e con tutta la esattezza, in occasione di queste mie ultime osservazioni, ciò che sanno già per continua esperienza i contadini e i cacciatori:

1.° Che in un prato ove l'erba sia alta, o pure in un campo di frumento, la rugiada si forma prima alle parti più basse dell'erba o del frumento, mentre le parti superiori e le cime sono ancor secche.

2.° Che progressivamente la rugiada si va deponendo dal basso in alto su le stesse piante, se-

condochè avanzano le ore dopo l'occaso; in modo che vi è un'epoca in cui le cime sono appena inumidite, mentre le parti presso al suolo sono copiosamente bagnate.

3.° Che nel progressivo alzamento della rugiada, quando giunge ad inumidire i più bassi rami degli alberi, allora soltanto sono tutte bagnate le alte erbe dei prati e le piante di frumento.

4.° Analogamente a ciò la Tavola VIII. dimostra che il massimo freddo fra gli strati esplorati fu ai num. II. e III., cioè a 2 e 7 pollici dal fondo dell'erba, mentre lo strato n.° IV. a livello delle cime fu sempre più caldo di que' due.

Tutti questi fatti sono direttamente contrarj alla ipotesi di Wells, che fa procedere la rugiada da raffreddamento dei corpi al di sotto dall'aria per irraggiamento del loro calorico negli spazj celesti. Imperocchè le infime parti dell'erba alta, intrecciate fra loro e coperte da tante parti superiori, sono ben lontane dal godere il libero aspetto del cielo. Sicchè le prime a raffreddarsi ed a coprirsi in conseguenza di rugiada dovrebbero essere, secondo la ipotesi, le parti di cima: il che è precisamente contrario al fatto.

Così il termometro n.° IV. a livello delle cime era quello che fra tutti aveva il più libero aspetto del cielo; mentre gli altri due, num. II. e III., erano inviluppati fra l'erba, che doveva impedire in gran parte il loro irraggiamento. E pure il n.° IV. si mantenne sempre più caldo di quelli. Il n.° I. poi era riscaldato dal terreno.

Di più, la Tavola presenta che alle ore 8 pomeridiane vi era rugiada ai num. I. e II., e mancava ai luoghi più alti num. III. e IV., mentre la temperatura del n.° I. era superiore a quella del n.° 4.°, e la temperatura del n.° II. era superiore a quella del n.° III.

Così alle ore 9 vi era rugiada ai num. I. II. e III., e mancava al n.° IV., mentre al n.° I. v'era più caldo che al n.° IV.

Dunque la rugiada non dipendeva dalla bassa temperatura, ma dal vapore ascendente dal terreno.

Del resto, per finire di parlare delle cause della rugiada, dirò che fra il giorno 19 Maggio e la notte successiva del 20 ho fatto con tutta la esattezza anche l'esame circa il bagnarsi del nudo terreno: il che è un altro argomento irresolubile contro la ipotesi di Wells, siccome ho mostrato al § IV. n.° 4.° della suddetta Memoria (Bim. I. 1832, pag. 27; e sopra a pag. 44).

Lo sanno già tutti i contadini, che il nudo terreno si bagna alla notte di rugiada, come ho detto in quel luogo; ma le precise circostanze del seguente esame tolgono su ciò ogni possibilità d'illusione.

In un campo esteso, di recente lavorato, e affatto spoglio d'erba, ho fatto battere e ridurre a piano orizontale, rompendo le zolle, un certo spazio.

Il giorno 19 Maggio fu sereno, e il Sole seccò la superficie.

Alle ore 2. 1/2 pomeridiane di quel giorno ho raccolta da quel piano in un primo strato, grosso una o due linee, della terra ch'era secca, e la ho rinchiusa in un vasetto a turacciolo smerigliato.

Nella notte seguente, venendo il 20 Maggio, a un'ora dopo mezzanotte, mi sono recato su'l luogo. I viali erano tutti inumiditi, e il terreno lavorato ancor più bagnato.

Le zolle prominenti in quel campo, che di giorno furono dure e secche, erano divenute molli per la umidità concepita; ma erano meno bagnate del rimanente terreno più basso. Finalmente il suddetto piano battuto era tanto bagnato e molle, da secco ch'era stato in giornata, come se vi fosse stata versata sopra dell'aqua. E non era bagnato il solo strato superficiale; di sotto, fino a certa profondità, era bagnato ancora di più.

In un vasetto simile al primo ho raccolta dal primo strato superficiale, come di giorno, un poco di quella terra bagnata; e confrontandola con l'altra raccolta di giorno, era manifestissima la differenza.

Il solo fatto, che il terreno si bagna di rugiada, basta, anche senza i tanti altri, a distruggere la ipotesi di Wells.

È dimostrato dalle osservazioni, e da lui stesso confessato, che di notte serena e tranquilla il primo strato di terreno è sempre molto più caldo del primo strato d'aria. Ma il nudo terreno, anche per uno strato notabile di profondità, si bagna di rugiada anche più dell'erba e di altri corpi, per la sua natura assorbente. Dunque è falsa la dottrina, che la rugiada sia una precipitazione del vapore esistente nell'aria sopra corpi più freddi dell'aria stessa.

Il fatto ora riferito viene invece a confermare all'ultima evidenza, che l'aqua, di cui alla notte si bagna il terreno verso la superficie, procede dal di sotto dello stesso terreno, o sia dal vapore ascendente, il quale trovando temperatura inferiore alla propria, si condensa.

# Sopra le cause della rugiada. Esperienze tratte da una Lettera del Prof. Abbate FRANCESCO ZANTEDESCHI al Direttore degli Annali ec.

(Nota inserita negli *Annali delle Scienze ec.* 1833, pag. 101.)

---

Nel *Poligrafo* 1832, pag. 378, fu riferita questa esperienza del sig. Zantedeschi. In una sera della primavera 1832 ha osservato che, dispiegando sopra un prato una tela incerata, essa si copre di rugiada nella parte inferiore, prima che nella superiore: dal che fu condotto a credere, co 'l Fusinieri, che la prima origine di questo fenomeno si debba ripetere da quel terrestre umidore; benchè, secondo la Scuola di Pavía, tale cagione non sia del tutto sufficiente a spiegare ogni circostanza di questo interessantissimo fenomeno.

Il puro caso diede origine a tale osservazione. In un giorno della stessa primavera trovandosi in un prato nella villa di Gargagnano insieme ai giovani Nobili signori Conti Serego-Allighieri, un sacco di tela incerata, destinato a contenere arnesi per l'arte del disegno, era stato gettato sopra dell' erba, ed il Sole era tuttavía alto sopra l'orizonte. Per accidente, poco prima del tramonto, egli prese in mano quel sacco, e si accorse che la superficie inferiore era coperta di un tenuissimo velo di umidità, mentre la superiore si presentava asciuttissima al tatto.

Rimise di nuovo il sacco su l'erba, e andò quà e là osservando se le foglie delle piante offrissero alcun indizio di rugiada nascente, come faceva Fusinieri; ma trovò, come lui, ch'esse erano al tutto asciutte. Lasciò trascorrere qualche ora dopo il tramonto; e il sacco incerato nella sua faccia sovraposta all'erba era bagnato notabilmente, laddove la faccia rivolta al cielo non dava indizio sensibile di alcun umidore.

Il sig. Canonico Bellani vede che tutto questo è in favore di Wells; ed ecco come: « Dal momento » che si dispiega sovra un prato la tela, l'erba che copre la superficie del prato non può più irradiare » liberamente verso gli spazj celesti, per cui nell'aria interposta più vi si accumula *l'umidità e il calore del suolo;* ma siccome quel velo teso è molto sottile, così il freddo d'irradiazione, che prova » la sua superficie superiore, si comunica *quasi istantaneamente* e quasi egualmente per conducibilità » anche alla superficie inferiore, e per conseguenza anche allo strato d'aria immediatamente con essa » in contatto. Ora questo strato d'aria inferiore trovandosi più carico di umidità, che non il superiore, » deve deporre più abondantemente il suo vapore eccessivo a quella temperatura abbassata; o sia deve » ivi a preferenza comparire la rugiada. Che se invece di una semplice tela incerata fossero molte, so» vraposte l'una all'altra in modo da formare uno strato alquanto grosso; allora siccome la conducibi» lità del calore sarebbe rallentata, e più o meno impedita la comunicazione del freddo dello strato » superiore, apparirebbe la rugiada su la superficie superiore prima dell'inferiore. Lo stesso si osser» verebbe, se invece di una tela o di foglie di vegetabili si esponesse all'aria orizontalmente una grossa » lastra di vetro, o una tavola di legno. » (*Poligrafo,* Settembre 1832, pag. 340-341.)

Questo ragionamento del sig. Bellani indusse il Prof. Zantedeschi a fare la seguente sperienza.

Nei mesi di Settembre e di Ottobre del 1832 prese di nuovo il sacco incerato, e nella sua capacità vi ha introdotto una grossa tavola di noce, onde scansare tutte le difficoltà opposte dal sig. Bellani; dopo di che, prima del tramonto del Sole, lo mise ad immediato contatto dell'erba di un prato ch'era asciuttissima, e due ore dopo il tramonto del Sole lo visitò, e lo rinvenne bagnato nella parte rivolta all'erba; ed ancorchè avesse in questo sperimento introdotta nel sacco la tavola di noce, ch'è un cattivo conduttore del calorico, pensò che in quell'intervallo di tempo le due superficie del sacco potessero essersi ridotte alla stessa temperatura, come voleva il Bellani. E perciò presi due termometri gemelli, ne collocò uno alla superficie superiore del sacco, e l'altro all'inferiore; e costantemente ha veduto che il termometro inferiore segnava tre gradi più del termometro superiore. Nè contento di questo, ha collocato il termometro superiore fra la tavola e quella superficie del sacco incerato, ch'era diretta al cielo; e ancora quì ha riscontrato che il termometro che poggiava su l'erba segnava una temperatura maggiore di due gradi di quella che indicava l'altro termometro.

Poi ha collocato il sacco incerato non più su l'erba, ma all'altezza di quattro in cinque linee distante dal suolo, mettendo un termometro su l'erba sottoposta al sacco, ed un altro su la superficie dello stesso, ch'era rivolta al cielo. Anche in questa disposizione il termometro inferiore segnava una temperatura maggiore di due gradi di quella del superiore.

In quest'ultima disposizione dice che trovò la rugiada più pronta e in maggior copia su la superficie superiore, che su la inferiore.

Da tutto ciò conclude il sig. Zantedeschi, che i ragionamenti del sig. Bellani non reggono alla prova dei fatti.

---

## ANNOTAZIONI del Dott. Ambrogio Fusinieri sopra la detta Nota.

Di fatto, volendo predire il sig. Bellani dalla sua ipotesi, o sia da quella di Wells, che uno strato grosso di tela o una grossa tavola non si bagnerebbe alla superficie inferiore, perchè non potrebbe partecipare del freddo della superiore prodotto da irraggiamento, è incorso in un'asserzione dimostrata falsa dall'esperimento del sig. Zantedeschi, che trovò bagnata quella superficie inferiore.

Così pure volendo predire da quell'ipotesi, che la superficie inferiore si bagna perchè partecipa del freddo causato alla superiore da irraggiamento, è incorso in un'altra asserzione dimostrata falsa dall'esame che fece il sig. Zantedeschi co'i termometri, trovando sotto la tavola tre gradi di più, che di sopra.

In luogo di predire bisognava sperimentare; e postochè le conseguenze tratte dalla ipotesi sono contrarie ai fatti, necessariamente è falsa anche la stessa ipotesi: siccome già la dimostrano tale tanti altri fatti che ho esposti nella mia Memoria inserita negli *Annali delle Scienze ec.* del 1831-1832, e quì sopra a pagina 18 e seg., e nell'Aggiunta inserita nel Bimestre VI. 1832, e quì sopra a pag. 65-69.

La maggiore temperatura trovata dal sig. Zantedeschi sotto il sacco contenente una grossa tavola, di quello che alla superficie superiore, è un fatto analogo all'altro da me riferito in quell'Aggiunta: che a cielo sereno i termometri, che vengono coperti con una ombrella, ascendono.

Il sig. Bellani voleva spiegare in un suo scritto questo effetto, prodotto similmente anche dalla comparsa delle nubi, con la stessa ipotesi di Wells, dicendo che l'aria si conserva più calda dei corpi e dei termometri, e quindi li riscalda quando viene impedito il loro irraggiamento (1): spiegazione la quale, oltr'essere contraria a tanti altri confronti, viene ora distrutta anche dal fatto osservato dal sig. Zantedeschi; imperocchè, fra l'erba e la tavola prossima, l'aria era così poca da non poter produrre quel riscaldamento di più gradi nel termometro, in tutta l'erba e alla superficie inferiore della tavola, se anche fosse vera la supposizione, già d'altronde arbitraria e in più forme convinta, che l'aria a cielo sereno si conservi più calda degli altri corpi.

Anzi quello strato sottile d'aria presso il suolo e fra l'erba, che le mie osservazioni mostrarono molto più freddo dei superiori, il sig. Bellani, dopo queste, lo fa raffreddare (nel medesimo suo scritto) dalla stessa erba, con la quale si trova in contatto; sicchè, secondo lui medesimo, essendovi fra l'erba e quello strato sottile d'aria equilibrio di temperatura, il riscaldamento avvenuto sotto la tavola del sig. Zantedeschi non potrebbe mai procedere dall'aria stessa.

Altra causa dunque vi è del riscaldamento che avviene sotto una tavola prossima al suolo, sotto una ombrella, e sotto le nubi; e bisogna rendersi cieco volontariamente per non comprendere che quel calore procede dallo stesso terreno, il quale, secondo le mie sperienze, è molto più caldo dello strato superiore di aria; o sia procede dal vapore egualmente caldo che ascende, e viene tratenuto, come ho detto nella suddetta Aggiunta alla mia Memoria.

Il sig. Bellani stesso, dopo le mie sperienze, confessa la esistenza di quel vapore ascendente, come si dichiarò anche nel *Poligrafo*, come sopra; e ciò contro quello che supponevano prima tutti gli altri seguaci di Wells, come ho detto nei suddetti Annali del 1831, pag. 449. 451. 452, e quì sopra a pag. 18 e seg.: e di

---

(1) Ecco le sue precise parole: *Se si viene a coprire il termometro, non è già l'aria che lo circonda quella che lo riscalda, ma è lo strumento che cessa dal raffreddarsi, e per cui presto si uniforma alla temperatura dell'aria ambiente.*

più riconosce che sotto la tela incerata presso al suolo, usata dal sig. Zantedeschi, si accumulava non solo il vapore, ma anche il calore del suolo, come si è veduto qui sopra.

Dall'altro canto, parlando della ombrella che io ho usata, non vuole più che sotto questa, anche presso al suolo dov'erano i miei termometri, si accumuli il calore del suolo; ma vuole invece che l'aumento di temperatura proceda dall'aria. Dunque, secondo lui, se si tratta di tavola vicina al suolo, il calore sotto questa viene dal suolo medesimo; e se si tratta invece di ombrella un poco alta, il calore sotto questa viene dall'aria, nè più ne sorge dal suolo, nè si accumula. Ecco un'aperta contradizione con sè medesimo.

Mentre poi è costretto a riconoscere che dal vapore ascendente e tratenuto procedeva il bagnarsi alla superficie inferiore che faceva la tela incerata del sig. Zantedeschi, sorprende assai che voglia ricorrere ancora all'irraggiamento per far attaccare quel vapore alla tela, pronunciando anche l'assurdo, che quantunque tela e cera siano così poco conduttrici del calore, il freddo della superficie si comunichi *quasi istantaneamente* alla inferiore. Doveva invece vedere nel fenomeno, che il vapore tratenuto ed accumulato sotto la tela si attaccava alla superficie per adesione, come avviene anche dentro una campana collocata su'l terreno tanto di giorno quanto di notte.

Del resto, il fatto da me osservato, e sfuggito a tutti gli altri, che tanto sopra l'erba, quanto sopra il terreno nudo e sopra la neve, il primo strato d'aria sottile, per esempio di uno o due pollici, è molto più freddo del primo strato di terreno e del primo strato di neve, ed anche molto più freddo degli strati d'aria superiori, dimodochè presso il suolo quel freddo per tutta la notte rapidamente decresce dal basso in alto, è un fatto che non riceve spiegazione alcuna dall'irraggiamento notturno, e che anzi vi è direttamente contrario; oltre tanti altri, come ho esposto nei sopradetti Annali del 1832, pag. 23, e quì sopra a pag. 42.

Il sig. Bellani, che per dare ragione di quel massimo freddo presso al suolo ricorre ancora ne' suoi scritti all'irraggiamento dei corpi, inciampa niente meno che nell'assurdo di fare che il terreno e la neve più caldi producano quel freddo, o sia che diano all'aria per contatto una temperatura molto inferiore alla propria.

A tanto conduce lo spirito di sistema, che tien luogo dell'amore del vero: ma la verità contrastata vie più risplende da sè stessa; perchè eccitandosi la osservazione, sempre nuovi fatti emergono a confermarla, come avviene appunto nel caso attuale.

In fine, postochè il sig. Bellani si palesa di conoscere dopo le mie sperienze questi due fatti capitali, che il primo strato d'aria è molto più freddo del primo strato di terreno per tutta la notte, e che dal terreno continuamente ascende vapore caldo come lo stesso terreno, deve anche riconoscere la immediata conseguenza, che quel vapore trovando l'aria più fredda si condensa, e condensato si attacca ai corpi per adesione. Il negare la conseguenza nell'atto di riconoscere i fatti da cui procede immediatamente, non è che uno sforzo assurdo per sostenere il sistema.

## Riflessioni del Dott. A. Fusinieri sopra le Osservazioni di preteso irraggiamento notturno alle Cordigliere della Nuova-Granata, che il signor Boussingault ha publicate negli *Annales de Chimie et de Physique*, Mars 1833, pag. 260.

(Nota inserita negli *Annali delle Scienze* ec. del 1833, pag. 365.)

L'autore delle osservazioni, di cui si tratta, ha supposto come fatto *perfettamente certo* quanto asserì il Fisico Inglese Wells, che di notte a cielo sereno e ad aria tranquilla i corpi terrestri acquistino una temperatura inferiore a quella dell'aria; ed ammesso ciò come fatto certo, suppone con Wells, e con tanti altri che lo hanno seguíto, che quel raffreddamento dei corpi al di sotto dell'aria giunga a tanto da far precipitare sopra di essi i vapori di saturazione dell'aria stessa, e che in ciò consista la formazione della rugiada.

Se anche fosse vero il supposto raffreddamento notturno dei corpi più dell'aria, il che è ben lungi dall'essere provato con gli sperimenti di Wells, dei quali ho già mostrata la fallacia con la mia Memoria inserita

negli *Annali delle Scienze ec.* 1831, pag. 449, e quì sopra a pag. 18, resterebbe ancora da provarsi che la differenza giunga al segno da far precipitare su i corpi i vapori dell' aria, e che questa sia la vera causa della rugiada. In ciò non vi è che supposizione gratuita, e niuno sperimento fu nè meno tentato per determinare quella quantità di differenza delle due temperature che sarebbe necessaria a produrre l' effetto. Io poi nel séguito di quella Memoria nei suddetti Annali del 1832, pag. 23-59 e 305, e qui sopra a pag. 25-64, ho dimostrato con tanti altri fatti di osservazione, non considerati da Wells, e molto meno dai Fisici di gabinetto che lo hanno seguíto ne' suoi errori, che quella causa assegnata alla rugiada è assurda, e che invece la rugiada è generata da vapore notturno che ascende dal terreno, e che, trovando l' aria più fredda, si condensa. In conferma di che si aggiunsero poi altri sperimenti del signor Zantedeschi, riferiti nei suddetti Annali del 1833, pag. 101, e quì sopra a pag. 65 e seg.

Ma il signor Boussingault nulla sa di tutto questo; e, seguendo l'errore introdotto dal Fisico Inglese, e coronato dall'Academia di Londra, ha creduto di confermare co' suoi sperimenti alle Cordigliere, che i corpi terrestri si raffreddino a notte serena e tranquilla più dell' aria circostante.

L' errore di lui, di Wells, e di ogni altro in questo argomento, consiste nel credere, che facendo il confronto di un termometro collocato su la piota, o erba corta, con un altro collocato nell' aria a quattro o più piedi d'altezza dal suolo, si determini con questo confronto una differenza fra la temperatura dell'erba e quella dell' aria incumbente. Si trova bensì sempre, che il termometro su l'erba è alcuni gradi più basso dell'altro a quattro o cinque piedi d'altezza; ma è una fallacia la deduzione, che dunque l' erba sia più fredda dell'aria che le sovrasta: in prova della quale fallacia rammenterò quì i risultati delle mie numerose Osservazioni, publicate nei detti Annali a' luoghi citati.

Invece di due soli termometri, uno su l'erba e l'altro alto quattro o cinque piedi, io feci uso di molti termometri collocati in serie verticale, cominciando da uno su'l suolo o su la neve, e proseguendo con altri a piccole altezze e a piccole distanze fra loro, sicchè il più alto era appunto di quattro o cinque piedi; e insieme ne ho collocato degli altri a piccole profondità sotto la superficie del suolo o della neve. Le osservazioni fatte in questo modo, e che si trovano detagliate in otto Tavole, mi hanno dato i seguenti risultamenti.

1.° Che a partire dall' altezza di quattro o cinque piedi, e discendendo sino alla superficie del terreno, la temperatura dell' aria è rapidamente decrescente, e che questo decremento è vie più rapido, quanto più si avvicina al terreno; sicchè negli ultimi strati è rapidissimo per modo, che l'ultimo straticello d'aria presso al suolo, grosso soltanto uno o due pollici, è più freddo di tutti i superiori, e la sua temperatura è di più gradi inferiore (2°, 3°, 4° di R., secondo le circostanze) a quello dello strato d'aria alto quattro o cinque piedi.

2.° Che, con repentina inversione, nel primo straticello di terreno o di neve, grosso soltanto uno o due pollici, si trova súbito un calore di più gradi superiore alla temperatura di quel sottile straticello d'aria che incumbe immediatamente su'l suolo o su la neve, e che quel calore del primo straticello di terreno o di neve supera anche la temperatura del suddetto strato d'aria alto quattro o cinque piedi.

3.° Che un termometro collocato in contatto alla superficie del terreno o della neve, è sempre alquanto più caldo di un altro sospeso ad uno o due pollici dalla superficie; appunto perchè, in conseguenza dei due primi risultati, quel termometro in contatto con la superficie partecipa ad un tempo e del calore del primo strato di terreno o di neve, e del freddo del primo strato d'aria. Ma partecipa più del freddo del primo strato d'aria, che del caldo del primo strato di terreno, perchè il bulbo del termometro si trova quasi per intiero da quell'aria investito.

4.° Che d' inverno, quando il suolo è coperto di neve, benchè vi sia quel rapido passaggio di più gradi di freddo dal primo strato sottile di neve al primo strato sottile d'aria incumbente (6° R.), pure nell'aria stessa, ascendendo sino ad alcuni piedi, l'aumento di temperatura è men rapido di quello che in altre stagioni quando è scoperto il terreno.

5.° Che il fondo della piota partecipa del calore del terreno, e le sommità dell' erbetta partecipano al contrario del freddo del primo straticello d' aria da cui sono circondate; cosicchè anche su la stessa piota vi è differenza molto notabile dal collocare un termometro al fondo, al collocarlo invece in contatto delle cime, benchè alte soltanto uno o due pollici.

Come poi si conservi per tutta la notte quello squilibrio di temperatura di più gradi fra que' due strati conterminanti e sottili, uno di terreno, l'altro d'aria, ciò è ancora misterioso. Certo è, che per tutta la notte entrambi proseguono sempre a raffreddarsi vie più, ma nello stesso tempo si conserva sempre fra l'uno e l'altro l'indicato squilibrio.

Con l'irraggiamento notturno in niun modo si può rendere ragione di ciò; imperocchè il primo strato di terreno o di neve non può dare all'aria, che vi si trova in contatto, una temperatura di più gradi inferiore alla propria. Vi è dunque un'azione continua sinora ignota, che mantiene quella differenza.

Ora si comprende chiarissimamente in che consista l'errore d'osservazione di Wells, degli altri, e dello stesso signor Boussingault alle Cordigliere, su'l quale è stato fondato il giudizio, che i corpi terrestri nelle notti tranquille e serene si raffreddino alcuni gradi più dell'aria circostante. Co'l termometro a quattro o cinque piedi d'altezza si è creduto di misurare la temperatura dell'aria incumbente al terreno od all'erba, supponendo che da quell'altezza sino al suolo la temperatura sia uniforme; e co'l termometro poggiato su la piota si è creduto trovare una temperatura propria dell'erbetta, indipendente, anzi differente da quella dell'aria soprastante. Invece il freddo segnato da questo termometro era il freddo proprio del primo straticello d'aria; e con questo, che se il termometro poggia al fondo dell'erba invece che alle cime, partecipando alquanto del calore del terreno, si mantiene, come ho detto, un poco più alto.

Il sig. Boussingault, seguendo lo stesso erroneo metodo di osservazione, con un termometro in contatto dell'erba, e un altro a 1.$^{m}$ 6, o sia piedi 4 e pollici 11 circa di altezza, e trovando sempre il primo più basso dell'altro, con la differenza variante da 1° a 7° centigradi secondo le località e le ore, come dimostrano le sue Tavole, non ha fatto altro, senonchè mostrare che anco su le montagne, nelle notti tranquille e serene, vi è nell'aria presso terra quel rapido decremento di temperatura che le mie Osservazioni mostrarono esservi alla pianura.

Con quel massimo freddo dello strato sottile d'aria presso al suolo ho resa ragione per la prima volta nei suddetti Annali del 1832, pag. 59, e quì sopra a pag. 54-56, del ghiaccio artificiale che si forma alle Indie, il quale pure erroneamente si faceva dipendere dall'irraggiamento notturno del calore dell'aqua negli spazj celesti, senza badare che un poco di sopra di quel livello l'aqua non si gela più, benchè più libero fosse l'irraggiamento, se avesse luogo. E si sosteneva francamente, che per quella supposta causa l'aqua si congelasse, nell'atto stesso che si supponeva l'aria circostante più gradi al di sopra del gelo; senza badare che in questo caso l'aria stessa avrebbe impedita la congelazione dell'aqua. Anche in quella spiegazione ch'era data di quel ghiaccio artificiale, sempre già assurda in sè stessa ed impossibile, l'errore di supporre l'aria circostante più calda dell'aqua è nato dalla falsa misura della temperatura dell'aria a quattro o cinque piedi d'altezza, e dal supporre questa temperatura uniforme da quell'altezza sino al suolo.

---

## Appendice al Bimestre III. 1834 degli *Annali delle Scienze del Regno Lombardo-Veneto.*

### Sopra la causa della rugiada. Del Dott. Ambrogio Fusinieri.

Nel *Poligrafo* di Verona 1832, pag. 378, il sig. Prof. Zantedeschi adduceva che una tela incerata distesa sopra un prato si copre di rugiada alla superficie inferiore prima che alla superiore; e che questo fatto è contrario alla ipotesi di Wells, che la rugiada sia una precipitazione dall'aria dei vapori su i corpi resi più freddi dell'aria stessa per irraggiamento del loro calore negli spazj celesti.

Nello stesso *Poligrafo* 1832, pag. 340-341, il sig. Bellani, per difendere quella ipotesi, ha sostenuto che anche il caso addotto dal Zantedeschi fosse a quella conseguente, asserendo che il freddo d'irradiazione, che prova la superficie superiore della tela incerata, si comunica *quasi istantaneamente* alla inferiore; e che se la rugiada si forma prima a quella superficie inferiore, ciò sia perchè lo strato d'aria sottoposto contenga più umidità accumulata procedente dal suolo.

A sostegno di ciò egli diceva, secondo la ipotesi, che *se invece di una semplice tela incerata fossero molte sovraposte l'una all'altra in modo da formare uno strato grosso, allora apparirebbe la rugiada su la superficie superiore prima della inferiore;* e che lo stesso si osserverebbe anche adoperando una tavola di legno, ec.

Contro questa predizione del sig. Bellani in que' casi, dove non si poteva più addurre la imaginata quasi istantanea comunicazione di freddo d'irradiazione dalla superficie superiore alla inferiore, fu riferito negli Annali del 1833, Bimestre II. pag. 101-102, e quì sopra a pag. 70, uno sperimento del medesimo sig. Zantedeschi, che anche un sacco di tela incerata, contenente una grossa tavola di noce, disteso su l'erba asciutta di un prato, si copriva in séguito di rugiada alla parte inferiore prima che alla superiore; ed in prova che ciò non procedeva da freddo superiore comunicato alla superficie inferiore, il sig. Zantedeschi aggiunse di avere trovato co'i termometri che la parte inferiore del sacco sotto la tavola era di alcuni gradi più calda della superiore.

Dal trovarsi in fatto smentita la predizione del sig. Bellani, e dall'esser questa una conseguenza naturale della ipotesi da lui difesa, ne fluiva necessariamente la falsità dell'ipotesi stessa. Ma già non era questo che un argomento accessorio, perchè tale era dimostrata da tanti altri fatti esposti nelle mie Memorie inserite negli Annali del 1831, pag. 449, e quì sopra a pag. 18-38; 1832, pag. 23-59, e quì sopra a pag. 39-54; in un'Appendice del 1832, pag. 305, e quì sopra a pag. 65 e seg.; e da quanto ho soggiunto in una Nota al suddetto sperimento del signor Zantedeschi (vedi quì sopra a pag. 71). E nè meno il fatto di quello sperimento era nuovo nel suo genere, perchè tanti altri analoghi io ne aveva addotti; e fu quello uno di quei fatti che provano immediatamente l'uscita notturna dal terreno di un vapor aqueo più caldo dell'aria soprastante, com'è più caldo il terreno da cui esce.

Avendo provato i miei sperimenti in più e più forme, tanto la continua ascensione di notte di quel vapore dal terreno, quanto la maggiore temperatura di questo in confronto dell'aria; e che inoltre il freddo dell'aria è massimo presso al suolo, e va decrescendo, secondo le altezze, prima assai rapidamente, poi lentamente: è conseguenza immediata, che quel vapore si condensi nell'aria più fredda di sè stesso, massimamente nei primi strati, e che si attacchi ai corpi, anche questi freddi come l'aria, da cui sono investiti.

Dal che tutto si comprende facilissimamente, come la deposizione della rugiada vada alzandosi progressivamente nel corso della notte, in cui diminuisce anche progressivamente la temperatura di ciascuno strato d'aria; e come in ogni istante di tempo si trovi decrescente di quantità dal basso in alto, e come vi sia sempre un límite non molto distante dal suolo, oltre il quale manca del tutto: límite però, che varia secondo le circostanze della umidità del terreno, della temperatura e delle stagioni. Del che tutto ho dato il detaglio nelle mie Conclusioni negli Annali del 1831, pag. 477, e quì sopra a pag. 35: *Della genesi progressiva della rugiada dipendentemente dal vapore che ascende.*

Il sig. Bellani, dopo un anno di pensamento su l'ultima sperienza del sig. Zantedeschi, fatta co'l sacco di tela cerata, viene a parlarne nel *Poligrafo* di Verona, Febrajo 1834, per sostenere ancora la ipotesi di Wells, la quale egli mostra di non voler abbandonare, non ostante qualunque evidenza in contrario.

Riguardo alla sua predizione, riprovata da quella esperienza, si giustifica di averla fatta co'l dire di non aver inteso che si trattasse di tela distesa in contatto con l'erba. Veramente non fece allora questa distinzione, che vi sia o no contatto fra l'erba e la tela, e parlò in genere di *umidità* e di *calore del suolo che si accumula nell'aria interposta:* aria interposta che vi è sempre anche supponendo la tela in contatto con l'erba. Senza distinzione alcuna di strato grosso da sottile di quell'aria interposta, egli faceva allora che nel caso della tela semplice il freddo d'irradiazione si comunicasse *quasi istantaneamente* dalla superficie superiore alla inferiore (con manifesto assurdo, anche supponendo vera in genere la ipotesi di Wells), onde si deponesse *per il primo e più abondantemente il vapore dello strato d'aria inferiore eccessivo a quella temperatura abbassata;* e per fare, nell'altro caso di *uno strato alquanto grosso,* che apparisse *la rugiada su la superficie superiore prima della inferiore,* per essere allora impedita quella comunicazione *quasi istantanea* del freddo d'irradiazione dalla superficie superiore alla inferiore. Anzi il caso più favorevole alla sua spiegazione era quello appunto del contatto fra la tela e l'erba; perchè essendo in tal caso l'aria interposta a strato molto sottile, più vi si accumula *la umidità ed il calore del suolo.* Laonde nella sua spiegazione, e nella conseguente predizione del contrario, quando in luogo di tela semplice vi fosse un sacco ingrossato, egli non poteva escludere il caso del contatto. La distinzione fra contatto e non-contatto viene in campo adesso, dopo il fatto che ha smentita la predizione.

Ma, comunque sia di ciò, il sig. Bellani è sempre obligato a riconoscere, e lo riconobbe in effetto

come sopra, che nell'aria interposta fra la tela, o sacco ingrossato, e l'erba, siavi o non siavi contatto, si *accumula la umidità ed il calore del suolo.* Anzi, giacchè ora vuole aver parlato di certa altezza della tela, o sacco ingrossato, dall'erba, ha dunque riconosciuto in quel suo scritto, che *umidità e calore del suolo* si accumulano in uno strato di qualche altezza, che resti coperto; e quanto più egli inalza la tela, di cui ha parlato, dall'erba, tanto più cresce quella sua riconoscenza.

Confessò cioè l'ascensione continua dal terreno di un vapor aqueo notturno, e più caldo dell'aria soprastante; come più caldo è risultato dai termometri nell'ultimo sperimento del Zantedeschi, oltre le altre prove che io avea già date anteriormente. Ed appunto *vapore* anche il sig. Bellani lo chiamò nel *Poligrafo* di Settembre 1832, dicendo: *questo strato d'aria inferiore, trovandosi più carico di umidità che non il superiore, deve deporre pe'l primo il suo vapore eccessivo a quella temperatura abbassata.*

Accordato il vapore notturno ascendente dal terreno, ed accordato che sia più caldo dell'aria soprastante, il sig. Bellani non ha più causa da difendere; perchè quel vapore in contatto dell'aria più fredda, e dei corpi freddi come l'aria, dee condensarsi e formare la rugiada, senza il supposto freddo d'irradiazione dei corpi al di sotto dell'aria stessa.

Sono adunque vani i suoi sforzi ulteriori per sostenere la ipotesi di Wells, e non è altro che un puntiglio quello di non voler considerare nella genesi della rugiada quel vapore ascendente nell'atto di accordarne la esistenza.

Io dunque mi limiterò a parlare di poche cose del suo ultimo scritto, di quelle cioè alle quali ora principalmente si affida; e lascerò da parte le tante altre oscurità ed incoerenze ch'egli è solito usare in questo argomento, come potrei mostrare in detaglio se fossi vago di convincerlo ulteriormente. Poi mostrerò qual era la vera discussione da farsi dopo le mie Memorie: discussione che il sig. Bellani non ha mai incontrata.

Come ho detto quì sopra, senza distinzione veruna da contatto a certa altezza fra l'erba e un sacco ingrossato di tela cerata, il signor Bellani prediceva che un tal sacco si sarebbe bagnato prima di sopra, per causa d'irraggiamento, co'i vapori preesistenti nell'aria; ed accordava che si sarebbe poscia bagnato anche di sotto co'l mezzo di quell'umidità del suolo, che insieme co'l calore egli accordava accumularsi nell'aria interposta.

Ma lo faceva bagnare di sotto con quella umidità per opera dello stesso irraggiamento superiore, dicendo: *Allora siccome la conducibilità del calore sarebbe rallentata, e più o meno impedita la comunicazione del freddo dello strato superiore, apparirebbe la rugiada su la superficie superiore, prima della inferiore.*

Ora poi nell'ultimo suo scritto, e dopo mancata la sua predizione, accorda che se il sacco ingrossato è in contatto con l'erba e co'l terreno, si bagni di sotto, prima che di sopra, senza opera dell'irraggiamento della superficie superiore; e lo fa bagnare a quel contatto con una *umidità preesistente in quell'erba e in quel suolo,* mentre prima aveva accordato apertamente l'accumulamento progressivo di sotto di umidità e di calore co'l titolo di *vapore* ch'esca dal suolo.

Se il sacco poi è alto anche soltanto quattro o cinque linee dall'erba, ora sostiene, a norma della sua predizione, che si bagni prima di sopra e poi di sotto, e tanto di sopra che di sotto per opera dell'irraggiamento superiore, e della lenta comunicazione del freddo alla superficie inferiore, come avea detto nel passo quì sopra riportato, al quale si riferisce, parlando di questo fatto, nell'ultimo suo scritto con queste parole: *siccome già io avea predetto dover succedere nel citato Poligrafo,* pag. 341. Cosicchè dal contatto al distacco di poche linee dall'erba il sacco si bagnerebbe, secondo lui, alla superficie inferiore per due cause diverse: cioè nel caso del contatto *per la umidità preesistente in quell'erba e in quel suolo;* e nel caso che sia sollevato di poche linee, pe'l freddo d'irraggiamento comunicato dal di sopra al di sotto anche a traverso la tavola, e co'l vapore di sotto accumulato: distinzione questa, ch'è uno sforzo ridicolo in favore del sistema. Di fatto è un assurdo che la tavola, per obedire al sistema, diventasse tanto conduttrice; e in tal caso si raffredderebbe al di sotto, per comunicazione del freddo superiore, tanto se è in contatto, quanto se è sollevata di poche linee. Chi crederà che, sollevata di poche linee, svanisca di sotto quel maggior calore di più gradi che il sig. Zantedeschi ha trovato co'i termometri? Io poi ho trovato che quel calore si accumula anche sotto un'ombrella alta non linee, ma piedi e pollici dal suolo (vedi gli Annali del 1832, pàg. 306-307, e quì sopra a pag. 65 e seguenti).

Ma parlando del fatto, che il sacco ingrossato con la tavola si bagni prima sopra che sotto se è sollevato dall'erba di poche linee, distanza la quale veramente non si può nè pur determinare a causa della flessibilità e della irregolarità dell'erba o tagliata o nascente; parlando, dico, di questo fatto, il sig. Bellani non lo ha sperimentato, e coglie invece vantaggio da quanto disse nel proposito in un modo indeterminato il Zantedeschi (vedi gli Annali del 1833, pag. 102, e quì sopra a pag. 70 e seg). È notabile a questo proposito, che il signor Bellani in fine del suo scritto spiega una certa difidenza circa la esattezza degli sperimenti dello stesso Zantedeschi: cosicchè cerca di spargere del dubio anche su'l fatto, dove gli è contrario; ma dove gli sembra favorevole al suo sistema, lo abbraccia come verità assoluta.

Io per altro non nego che il sacco del sig. Zantedeschi, di cui non si conosce la dimensione, abbia potuto a piccola distanza dall'erba bagnarsi prima sopra che sotto, mentre poggiato su l'erba si bagna prima sotto che sopra.

Uno sperimento che ho fatto, benchè di giorno, negli anni andati, con piccole campane di vetro, darà ragione di questa possibile differenza.

Una campana era collocata su'l nudo terreno, e lutata all'intorno esteriormente con la stessa terra a tenuta del vapore ascendente; ed un'altra vicina era sollevata dal terreno di un pollice circa. La prima si bagnò internamente; la seconda restò secca. La ragione della differenza è chiara. Nel primo caso il vapore, che continuamente ascendeva, si accumulavà, si condensava, e bagnava; nel secondo caso, trovando sotto la campana una via aperta da uscire, non si accumulava, non si condensava, nè bagnava.

Così anche di notte, nel caso della tavola poggiata su l'erba, il vapore di continuo ascendente, tratenuto negl'interstizj, prontamente si accumula, si condensa, e bagna la superficie inferiore; se la stessa tavola è alquanto sollevata, il vapore, trovando un esito, non si accumula tanto da doversi condensare prontamente per questa causa. La tavola poi vicina a terra si trova in quello strato di aria, ove, secondo le mie sperienze, vi è di notte serena il massimo freddo. Di sotto si accumula pur anco il calore del terreno portato dal vapore, anche per confessione dello stesso Bellani, e la superficie superiore partecipa invece del freddo dell'aria. Dunque il vapore condensato dal freddo dell'aria potrà bagnare prima di sopra che di sotto, secondo la grandezza della tavola, secondo l'altezza, ed altre circostanze.

Del resto, per quanto il sig. Bellani facia, non può più ritirarsi dalla sua confessione di quel vapore generale che ascende per tutta la notte dal terreno, e che è caldo come lo stesso terreno, cioè più caldo dell'aria sopraatante: vapore ch'è dimostrato dai fatti nei modi i più diretti e i più incontrastabili.

Nell'ultimo suo scritto non ritratta espressamente questa sua confessione, ma parla di quel vapore in modo tanto oscuro ed equívoco, che mentre da un canto non lo nega, dall'altro non lo considera punto, come se non esistesse.

Di fatto, quando discorre del bagnarsi del sacco in contatto con l'erba, parla non di vapore che senza il sacco ascendesse, ma di *umidità preesistente in quell'erba ed in quel suolo:* umidità che, indipendentemente da quel vapore, non esiste ed è imaginaria, perchè si tratta di sacco posto in contatto con l'erba asciutta; e quando poi parla della rugiada, esclude che *quei vapori, che appariscono sotto forma di rugiada e di brina, siano per effetto di attuale inalzamento dal suolo.* Vale a dire, in tale precipitazione non considera che la umidità contratta dall'aria di giorno, come si spiega anche in altre parti dello scritto medesimo. E ciò per riunirsi agli altri seguaci di Wells, i quali tutti d'accordo trattano l'affare della rugiada come se niun vapore ascendesse di notte dalla superficie del terreno, e come se questo fosse secco quanto il bronzo; siccome ho rimarcato in principio delle mie Memorie negli Annali del 1831, pag. 449, e quì sopra a pag. 18.

Che si risolva dunque il sig. Bellani, ma con precisione, ad ammettere o non ammettere che di notte ascenda continuamente vapore dal terreno nell'aria.

Se nega tale vapore, rispondo che ciò sta in contradizione co'i fatti più manifesti, che lo dimostrano direttamente; e rispondo, che la sua negativa sta in contradizione anche con la sua confessione medesima, fatta nel *Poligrafo* di Verona, Settembre 1832, ove disse che nel caso di una tela spiegata sovra un prato *nell'aria interposta si accumula l'umidità e il calore del suolo.*

Se, nega quel vapore, ciò sta in contradizione anche con le stesse dottrine publicate in altri tempi, con le quali egli considerava che l'ambiente freddo faciliti la evaporazione del corpo caldo. Nel Giornale di Pavía del 1816, pag. 200, egli disse: *Si dovrà dunque ritenere in pratica, massimamente per l'ap-*

*plicazione economica, in molte arti, dell'evaporazione in grande, che, tutte le altre cose pari, sarà sempre più vantaggioso di conservare caldo il liquido da convertire in vapore, o il corpo da essiccare, rispetto all'aria ambiente .... Ma, secondo me, un'altra causa efficacemente vi concorre, la quale proviene dal solo equilibrio delle molecole stesse del calore.*

Ora siccome le mie sperienze dimostrarono che il terreno di notte è più caldo dell'aria soprastante fino a certa altezza, per le stesse dottrine del Bellani dee dunque di notte il freddo dell'aria ambiente facilitare la evaporazione del terreno.

Che il terreno di notte sia più caldo dell'aria soprastante fino a certa altezza, lo accordò già il sig. Bellani medesimo co 'l dire che sotto una tela si accumula, oltre l'umidità, anche il *calore del suolo.* E se non lo accordasse più adesso, che vegga negli Annali del 1831 la Tavola II. delle mie Osservazioni, posta in fine di questo Volume, la quale mostra nelle ore notturne quella differenza di più gradi.

Che se poi ammette quel vapore notturno ascendente, allora resta distrutto il principio fondamentale della ipotesi di Wells, ch' egli vuole difendere; perchè l'imaginato freddo d'irraggiamento dei corpi al di sotto dell' aria diviene in tal caso affatto inutile alla formazione della rugiada. Ed eccone le ragioni.

In primo luogo perchè, ammesso quel vapore ascendente di continuo nell' aria, massimamente divenendo questa nel progresso della notte sempre più fredda, principalmente presso al suolo, come dimostrano le mie Osservazioni (vedi negli Annali del 1831 le mie Tav. I. II. IV. V. VI. VII., e del 1832 la Tav. VIII. pag. 306, poste in fine di questo Volume), dovrebbe l'aria soprasaturarsi con quel vapore progressivamente dal basso in alto, e fino a certo limite di altezza, nel corso della notte; e ciò accaderebbe anche prescindendo dalla maggiore temperatura dello stesso vapore.

In secondo luogo perchè, uscendo quel vapore in effetto più caldo dell' aria soprastante, e potendosi paragonare lo stesso vapore ad aria già satura a quella temperatura, necessariamente dee condensarsi, o sia precipitare, in contatto dell' aria più fredda che incontra, e dei corpi freddi come l'aria da cui sono investiti.

Ecco dunque distrutto il principio ipotetico di Wells, che per la formazione della rugiada sia necessario un raffreddamento dei corpi per irraggiamento negli spazj celesti al di sotto dell'aria, e di quel tanto che occorre a ridurla in contatto con essi al termine di saturazione co 'l vapore preesistente che contiene. Ammesso il vapore ascendente, non è per nulla necessario al fenomeno quell' imaginato freddo per irraggiamento dei corpi al di sotto dell' aria, e tal freddo diviene una pretta chimera, affatto inutile allo scopo.

Ecco perchè il sig. Bellani nella genesi della rugiada non contempla più quel vapore dopo averne accordata la esistenza; ciò è perchè, ammesso quello, è precipitato il sistema. Quindi per sostenerlo è ridotto ad accordare il vapore ascendente quando parla di que' fenomeni che lo dimostrano nel modo il più immediato; e a dimenticarlo, o sia sopprimerlo, quando parla della supposta formazione di rugiada co 'l mezzo dell' irraggiamento notturno.

Crede il sig. Bellani di evitare questa sua troppo aperta contradizione nel punto centrico della questione co 'l negare il titolo di *rugiada* al bagnarsi dei corpi co 'l vapore ascendente, al modo del sacco di Zantedeschi, di sotto, o come si bagna la superficie interna d' una campana di vetro che copra, egli dice, dei vegetabili; ed io dico che copra anche il terren nudo, come da' miei esperimenti. Egli chiama ciò *distillazione,* e riserva il titolo di *rugiada* al bagnarsi dei corpi nel modo ipotetico di Wells. Con che viene a decidere la questione con la questione, ed a moltiplicare gli enti e le cause senza necessità.

In primo luogo ripeto, che ammesso il vapore ascendente, non vi è più la precipitazione contemplata da Wells dei vapori preesistenti per causa dell' irraggiamento notturno. In secondo luogo dico, che il sig. Bellani usa una definizione arbitraria, che racchiude in sè stessa come deciso il punto controverso, e che viene anche a cangiare il senso comune della parola. Imperocchè si chiamò sempre *rugiada* il bagnarsi dei corpi alla notte sopra la terra, qualunque ne sia la causa; e si parlava di rugiada anche prima che il sig. Wells venisse al mondo a piantare il suo sistema.

Che se si domanda perchè nelle notti coperte di nubi non comparisca la rugiada, o sia comparisca in copia molto minore; anche a ciò rispondono abondantemente le mie Memorie, cioè per due cause pure dimostrate dalle osservazioni. L' una è, che quando il cielo è coperto, svanisce di notte quella graduata ineguaglianza di temperatura nei bassi strati d' aria; per cui il massimo freddo è presso la superficie, e va decrescendo rapidamente nelle prime piccole altezze, poi lentamente. L' altra causa è, che la presenza delle nubi diminuisce la stessa evaporazione del terreno.

Per non occuparmi più oltre delle contradizioni del sig. Bellani con sè medesimo, passerò ad una dichiarazione che fa nell'ultimo suo scritto circa la brina, la quale siamo d'accordo non essere altro che rugiada gelata.

Ecco le sue parole: *Se la brina si formasse al di sotto della tela cerata, direi che realmente sarebbe rugiada inalzatasi dal terreno;* accordando qui il titolo di *rugiada* anche a ciò cui l'aveva prima negato.

Giacchè questo sarebbe per lui un fatto decisivo contro la ipotesi di Wells, che legga dunque quanto ho riferito negli Annali del 1831, pag. 477-480, e qui sopra a pag. 30-33, circa un'osservazione fatta nella notte 16 Dicembre 1831, in cui ad una cert'ora cominciava a formarsi la brina, o sia a gelarsi la rugiada, per così dire, sotto i miei occhi. Quando la brina cominciava a formarsi, era confinata al primo strato d'aria grosso due pollici circa, cioè a quel primo strato ove per tutta la notte vi è sempre il massimo freddo: sicchè di sopra la rugiada era ancor liquida; e con questo di singolare, ch'era tuttora liquida anche al di sotto in fondo dell'erba, ove questa partecipava del calore del terreno. Il gelo cioè non cominciava precisamente in contatto del suolo, ma un pocolino di sopra; e quello strato di gelo, grosso circa due pollici, si trovava realmente fra due rugiade liquide.

In tale circostanza un piatto di terra pieno di sabbia poggiato su l'erba, la quale era assai bassa, avea contratto sotto il suo fondo uno strato molto notabile di gelo, che lo aveva reso aderente all'erba stessa; e ciò perchè il fondo del piatto si trovava appunto in quello strato d'aria, ove la temperatura era giunta al gelo.

Da queste osservazioni mi risultò confermato ciò che tante altre avevano stabilito, che a notte serena e tranquilla nel primo strato, sottile un pollice o due, vi è il massimo freddo; e mi è risultato inoltre, che quello strato così sottile alla temperatura del gelo non era raffreddato da irraggiamento negli spazj celesti, perchè il gelo cominciava anche sotto il piatto di terra pieno di sabbia.

Ecco soddisfatto, con un caso simile, a quanto esige il sig. Bellani, per dire che la rugiada s'inalzi dal terreno.

A proposito della brina, egli fa gran caso che d'inverno alcune volte si trovi anche su i tetti delle case delle città. Le mie sperienze ed osservazioni hanno provato due cose. L'una, che d'inverno a bassa temperatura si sollevano e si precipitano vapori gelati d'aqua senza passare minimamente per lo stato liquido; e spesso tali vapori gelati sono in grande abondanza, massimamente se il suolo è coperto di neve (vedi gli Annali del 1831, pag. 198, e qui sopra a pag. 13). L'altra, che la brina d'inverno sale molto più in alto di quello che facia la rugiada di estate, o in altre stagioni (id. 1832, pag. 34, e qui a pag. 46); talchè spesso non vi è il confine della brina nè pure su gli alberi più alti. Se dunque l'aria delle campagne si trova d'inverno molto carica di vapori gelati in istato di condensazione, e spesso fino ad altezze superiori alle sommità degli alberi più elevati; qual meraviglia che le correnti d'aria anche lente, senz'avere il carattere di vento, portino la brina su i tetti delle case delle città?

Se quella brina su i tetti procedesse dall'irraggiamento degli stessi tetti, come vuole il sig. Bellani, sarebbe tanto costante, quanto la brina delle campagne. Ma invece durando il freddo invernale e la serenità notturna del cielo, nelle campagne la brina sarà costante, e su i tetti delle città vi sarà solo qualche volta, cioè quando vi sarà portata dalle correnti d'aria, e quando ascende a grandi altezze.

Se il sig. Bellani voleva assumersi di difendere la teoría di Wells contro le mie Memorie, doveva riscontrare le mie proposizioni e le mie prove di fatto tratte dalle osservazioni. Invece di questa regolare discussione, in cui non ha voluto impegnarsi, egli nel farsi mio oppositore parlò soltanto di qualche fatto staccato, quando ha creduto di potervi accomodare la ipotesi con ispiegazioni forzate; mescolando insieme l'oggetto preso in esame con altri oggetti stranieri, e con la solita farragine di erudizione, producendo quindi confusione, ed usando spesso delle oscurità e degli equivoci, che non lasciano bene intendere i suoi assunti, nè quanto egli precisamente neghi, nè quanto precisamente accordi.

Egli doveva riscontrare le seguenti mie proposizioni, come le ho proposte nel principio delle mie Memorie negli Annali del 1831, pag. 449, e qui sopra a pag. 18-19, e come le ho in séguito sviluppate con la scorta dei fatti.

I. *La evaporazione notturna è causa certa di formazione di rugiada a cielo sereno nello strato inferiore d'aria* (Annali delle Scienze 1831, pagine 450-460, e qui sopra a pag. 19-25). Ho dimostrato con le osservazioni, che questa intanto era una causa certa, se anche ve ne fossero delle altre, e indipendentemente da ogni esame della ipotesi di Wells.

II. *I fatti che vengono addotti per fondamento della ipotesi di Wells non sussistono, e sono riprovati* (Annali delle Scienze 1831, pag. 460-477, e quì sopra a pag. 25-35).

Questa seconda proposizione è accompagnata da un'altra serie di osservazioni, con le quali ho fatto il riscontro dei fatti addotti da Wells e da altri a fondamento della teoría di lui, e li ho trovati inesatti ed esaggerati.

III. *Della genesi progressiva della rugiada, dipendentemente dal vapore notturno che ascende* (id. pag. 477-482, e quì sopra a pag. 35-38).

IV. *Fatti contrarj alla ipotesi, che l'irraggiamento notturno di calorico sia causa di rugiada* (idem del 1832, pag. 23-46, e quì sopra a pag. 39-54).

Qui succede un'altra serie di osservazioni circa i principali fatti generali con cui si presenta il fenomeno, i quali dimostrai tutti inconciliabili con la teoría di Wells, e sono i seguenti:

1.° *Freddo del primo strato d'aria* (id. pag. 23, e quì sopra a pag. 39).

2.° *Deposizione di rugiada e brina su 'l nudo terreno* (id. pag. 27, e quì sopra a pag. 41).

3.° *Corpi umani più caldi dell'aria si bagnano di rugiada* (id. pag. 31, e quì sopra a pag. 44).

4.° *Deposito di rugiada prima su le superficie inferiori che su le superiori delle foglie* (id. pagina 32, e quì sopra a pag. 44).

5.° *La rugiada va progressivamente alzandosi nel corso della notte, e vi è sempre un limite non molto distante dal suolo, oltre il quale manca del tutto* (id. pag. 33, e quì sopra a pag. 45).

6.° *È falsa in fatto la conseguenza della ipotesi, che le piccole agitazioni d'aria favoriscano la formazione della rugiada* (id. pag. 36, e quì sopra a pag. 47).

7.° *Le brine autunnali nel primo strato d'aria rendono meno alta e meno copiosa la rugiada liquida di sopra* (id. pag. 37, e quì sopra a pag. 48).

8.° *Della maggior copia di rugiada o brina su i corpi esili* (id. pag. 37, e quì sopra a pag. 48).

9.° *Disposizioni delle molecole di brina nell'attaccarsi ai corpi* (id. pag. 40, e quì sopra a pag. 50).

10.° *La comparsa delle nubi sospende la formazione progressiva della rugiada tanto nel suo alzamento, quanto nella sua deposizione alle superficie inferiori, prima che alle superiori* (id. pag. 41, e quì sopra a pag. 51).

11.° *L'addensamento nell'aria del vapore notturno che ascende, alle volte è visibile* (id. pag. 42, e quì sopra a pag. 51).

12.° *Scarsezza di rugiada sotto gli alberi frondosi, e nell'interno di questi* (id. pag. 43, e quì sopra a pag. 52).

13.° *Conclusioni del § IV.* (e quì sopra a pag. 53).

Se non tutti questi articoli, come sono quì enunziati, presentano da sè stessi a prima vista fatti contrarj alla ipotesi di Wells, si legga nei luoghi citati lo sviluppo dei fatti stessi co' i relativi ragionamenti, e si vedrà come siano tutti inconciliabili con quella ipotesi.

V. *Sopra il ghiaccio artificiale delle Indie* (Annali delle Scienze del 1832, pag. 60-63, e quì sopra a pag. 54).

Dimostro con le osservazioni altrui fatte circa quel ghiaccio artificiale, e con la scorta delle cose premesse, che non è prodotto da irraggiamento, ma invece dal primo strato d'aria presso il suolo, ov'è il massimo freddo, nelle notti tranquille e serene.

VI. *Sopra il riscaldamento improviso che di notte produce la comparsa delle nubi* (id. pag. 63-68, e quì sopra a pag. 57-61).

In questo articolo alle osservazioni altrui ne aggiunsi di mie proprie, e ne emergono i seguenti risultati contro la teoría dell'irraggiamento come causa del fenomeno:

1.° *Che la comparsa delle nubi riscalda l'aria, e non il primo strato di terra, benchè molto sottile, ch'è quello che si vuol fare irraggiare negli spazj celesti.*

2.° *Che la comparsa delle nubi tanto più riscalda l'aria, quanto più questa è vicina alla terra, con un ordine precisamente inverso a quello del suo raffreddamento quando il cielo è sereno.*

3.° *Che la comparsa delle nubi fa acquistare all'aria in pochi istanti un calore eguale a quello che aveva perduto in più ore di tempo.*

A tutto ciò si aggiunga, che la comparsa delle nubi produce anche l'altro effetto di diminuire la evaporazione notturna del terreno, come fa anche un coperchio qualunque vicino, e come fanno anche le fronde

degli alberi, massimamente in un boschetto (vedi gli Annali del 1831, pag. 450-451, e quì sopra a p. 19-20; e del 1832, pag. 41, 43, 309, e quì sopra a pag. 51-52. 57-61). Cosicchè le cause di diminuzione di rugiada a cielo coperto sono due: l'una perchè resta cancellata nell'aria quella gradazione di freddo decrescente dal basso in alto, e rapida a piccole altezze, la quale fa condensare il vapore ascendente; l'altra, perchè il terreno evapora meno.

Dico che la presenza delle nubi diminuisce più o meno la formazione della rugiada, e non la impedisce totalmente, perchè una certa umidità su i corpi vi è sempre di notte anche a cielo coperto.

VII. *Le stesse teorie del calorico raggiante, come sono desunte dagli sperimenti, sono contrarie alla ipotesi, che la rugiada sia prodotta da irraggiamento notturno di calorico negli spazj celesti* (id. pag. 70, e quì sopra a pag. 61).

In quest'ultimo articolo in sostanza dimostro che, secondo gli sperimenti fatti su'l calorico raggiante, quello dei corpi di notte a bassa ed ordinaria temperatura non avrebbe forza bastante per trapassare l'atmosfera ed i vapori in essi contenuti, e meno di trapassare le campane di vetro, sotto le quali, collocate su'l terreno, ho trovato di notte lo stesso freddo, come all'esterno.

Finalmente con un'Aggiunta nel Bim. V. 1832 degli Annali, pag. 305, e quì sopra a pag. 65, ho dimostrato co'l mezzo di nuove osservazioni:

1.° Che coprendo da vicino dei termometri collocati a piccole altezze da terra con un'ombrella, segnano un pronto riscaldamento, e più secondo che sono vicini a terra, come avviene alla comparsa delle nubi. Ed ho concluso con la scorta di queste nuove osservazioni, che quel pronto riscaldamento è prodotto dal vapore ascendente che viene tratenuto, il quale è caldo come il terreno da cui esce.

2.° Che in mezzo all'erba scoperta, alta da uno o due piedi, il massimo freddo a notte tranquilla e serena è a pochi pollici da terra, cioè da 2 a 7, in mezzo agl'inviluppi dell'erba stessa, invece che alle cime: il che basta da sè solo, anche senza tutto il resto, a distruggere la ipotesi del freddo prodotto da irraggiamento.

3.° Che in mezzo all'erba alta di un prato, o in mezzo al frumento di un campo, la rugiada, osservando la sua legge generale, si depone progressivamente dal fondo di quelle piante alle cime, cioè prima nelle parti più basse, più inviluppate fra loro e più coperte, di quello che nelle parti che più godono il libero aspetto del cielo: ciò che pure basta da sè, anche senza tutto il resto, a distruggere la ipotesi di cui si tratta.

4.° Che il nudo terreno, spoglio affatto di vegetabili, si bagna di notte copiosamente, e fino a certa profondità, di rugiada; cioè si bagna co'l suo medesimo vapore ascendente, che trova l'aria più fredda di sè stesso. E siccome il terreno si mantiene sempre alla notte più caldo dell'aria soprastante, è questo pure un fatto da sè solo bastante a smentire che la rugiada sia aqua di saturazione preesistente nell'aria, che si precipiti sopra corpi più freddi dell'aria stessa.

Ecco il succinto delle cose contenute nelle mie Memorie, alle quali cose doveva il sig. Bellani partitamente e regolarmente rispondere, se voleva intraprendere la difesa della teoría di Wells contro quelle Memorie. Si vede che il mio oggetto fu diviso in due parti principali: l'una di mostrare nel vapore ascendente, che si condensa trovando l'aria più fredda, una causa certa e reale della rugiada; l'altra di mostrare smentita dai fatti ed erronea la causa assegnata da Wells dell'irraggiamento notturno, e che quindi non può questa coesistere con la prima nè pure qual causa seconda nella produzione del fenomeno.

Ripeto, che avendosi assunto il sig. Bellani di difendere la dottrina del Fisico Inglese, doveva farsi carico ordinatamente del contenuto delle mie Memorie, riscontrando le mie proposizioni, i fatti da me addotti, e le relative mie deduzioni; doveva cioè assumersi di mostrare l'errore o in quelli, o in queste.

Invece, come ho detto, egli nulla fece di tutto questo, e nè meno lasciò conoscere a'suoi lettori quello che si faceva a combattere, limitandosi a spargere su la importanza di qualche fatto staccato della confusione e della oscurità, per rendere almeno dubioso di nuovo l'argomento da me dilucidato; e ciò presso chi non avrà avuto la pazienza di leggere e ponderare le mie osservazioni, e le loro conseguenze.

In quanto poi all'essere stata fondata soltanto su la imaginazione quella teoría di Wells, che gli valse un premio dell'Academia Reale di Londra, ho concluso come segue il su riferito § II. delle mie Memorie del 1831, pag. 474, e quì sopra a pag. 33):

*Si cerca se sussistano i fatti fondamentali che vengono addotti per sostenere che la rugiada sia una precipitazione del vapore di saturazione contenuto naturalmente nell'aria su la superficie del ter-*

*reno, dei vegetabili e dei corpi per raffreddamento di questi al di sotto dell' aria stessa, prodotto da irraggiamento notturno del loro calore negli spazj celesti.*

*Per fondare tale teoria con le sperienze, invece che con la fantasia, bisognava:*

*1.° Con l' igrometro di condensazione alla mano, per esempio quello di Daniell, trovare di notte la densità del vapore alla temperatura dell' aria in un luogo dove l' aria fosse riparata dal vapore straniero che ascende dal terreno e dai vegetabili.*

*2.° Determinare quindi la temperatura inferiore a quella attuale dell' aria, in cui quella densità sarebbe la massima; o sia quella temperatura in cui l' aria con quel vapore sarebbe giunta al suo termine di saturazione.*

*3.° Provare co'l termometro, che i corpi su i quali si depone la rugiada giungano a quella temperatura più bassa in confronto dell' aria.*

*E come in generale l' aria è sempre lontana di molti gradi dalla estrema sua umidità co'l vapore che contiene, sarebbe necessario un raffreddamento notturno dei corpi, anche i più esili, di molti gradi al di sotto dell' aria, secondo quella ipotesi; e tanto più, quanto più l' aria è secca.*

*E siccome la rugiada non manca mai di formarsi quando è sereno e l' aria è tranquilla, per quanto questa sia secca; ed anzi comincia a formarsi presso all' occaso, e in qualche luogo anche prima; si vede qual rapido raffreddamento, secondo la ipotesi, dovrebbero i corpi subire: e se tanto ne subissero nelle prime ore presso l' occaso, cosa sarebbe poi per tutto il corso della notte?* (in cui continua sempre a deporsi rugiada.)

*E tale rapidissimo raffreddamento dovrebbe ammettersi maggiore nei corpi esili, che sono quelli che più di rugiada si coprono; mentre invece quanto più sono esili, più devono avvicinarsi alla temperatura dell' aria. Per esempio, una bava di ragno dovrebbe divenire e mantenersi* (per tutta la notte) *di molti gradi più fredda dell' aria; il che è un assurdo: nè vi sarebbe termometro che misurasse* (secondo la ipotesi) *la temperatura dell' aria, massimamente perchè anche tutti i termometri si coprono di rugiada.*

*Come dunque stabilire che i corpi si riducano tanto più freddi dell' aria, se non v' è termometro, secondo la ipotesi, che misuri la temperatura di questa?*

*Le sperienze del sig. Wells e di altri sono ben lontane dal presentare quelle differenze che sarebbero necessarie perchè su i corpi si precipitasse il vapore di saturazione dell' aria; e le mie osservazioni di riscontro, che ho esposte, mostrano quelle differenze ancora minori, affatto insufficienti a produrre quella precipitazione, e indipendenti anche dall' irraggiamento; e riferiscono nello stesso tempo fatti i più certi e costanti, ch' erano obliati, su'l calore del terreno e su'l vapore notturno ascendente, che mostrano le vere cause del fenomeno.*

Si vede da questo articolo cosa si avrebbe dovuto fare, e che non fu fatto, per fondare la ipotesi di Wells, se non fosse già dimostrata erronea dalle mie particolari osservazioni in tanti altri rapporti quì sopra enumerati sotto il numero IV.; e si vede che in sostanza ho fatto sentire non essere mai stata fondata che su la imaginazione.

Ma il sig. Zantedeschi ha preso su'l serio l' esperimento con l' igrometro di condensazione, di cui ho parlato, ed invitò i Fisici ad eseguirlo con una Nota che ha soggiunto allo scritto ultimo del sig. Bellani, di cui ora si tratta, nel *Poligrafo*, Febrajo 1834; e anzi invitò esclusivamente ad eseguirlo la *perspicacia e valentia* dello stesso sig. Bellani.

È poi curioso che il Zantedeschi nel ripetere i suddetti tre articoli dell' esperimento da me proposto, i quali egli chiama *quesiti,* non dica da chi li abbia appresi; sicchè i lettori del *Poligrafo* li crederanno suoi: e li ripete nei precisi termini co'i quali li ho rammentati a lui stesso in una mia Lettera 15 Febrajo 1833 in risposta alla sua 10 Febrajo 1833, che parlava dell' esperimento fatto co'l sacco di tela incerata, e di cui diedi l' estratto negli Annali del 1833, pag. 101, e quì sopra a pag. 70.

Ma ciò nulla importa alla scienza. Quello che importa alla scienza è, che se mai l' esperimento è fattibile, sia eseguito e publicato ne' suoi risultati da Fisici sinceri, imparziali e disinteressati nella questione.

Il sig. Bellani chiude il suo ultimo scritto sopra la causa della rugiada co'l seguente squarcio, che mi riguarda personalmente; ed io finirò co'l rispondervi. *E pure dal Redattore degli* Annali delle Scienze *si soggiunge, che i miei ragionamenti non reggono alla prova dei fatti; e nella Nota, che vi fa succedere, mi attribuisce degli assurdi pe'l solo piacere di combatterli, e di combatterli talvolta con altri assurdi: piacere a cui non credo che avrà partecipato anche il lettore.*

Se la soggiunta che i ragionamenti del sig. Bellani non reggono alla prova dei fatti sia stata mia, come pretende il sig. Bellani, o se invece sia stata del sig. Zantedeschi, come io l'ho riferita nel dare l'estratto della sua Lettera negli Annali del 1833, pag. 101-102, e quì sopra a pag. 70-71; ciò sarà deciso dal seguente passo della stessa Lettera, ch'è in data 10 Febrajo 1833.

Dopo la relazione de' suoi esperimenti il sig. Zantedeschi conchiude così: *Per altro si vede che i ragionamenti dell'egregio Bellani non reggono alla prova dei fatti; e ciò mi basta per potere con qualche fiducia concludere, che la teoria di Wells non è quel talismano infallibile che si è tenuto fin quì.*

Il Zantedeschi, che fece la suddetta Nota allo scritto del Bellani, potea ben correggere quell'errore di far dire a me ciò che aveva detto egli stesso. Come ha impiegate tre linee a complimentare il sig. Bellani, poteva impiegarne una a fare a me questa giustizia.

Un'aperta censura mi viene data dal sig. Bellani nella suddetta sua chiusa: ch'io gli abbia attribuiti degli assurdi pe'l solo piacere di combatterli. Tale imputazione astratta è spoglia di ogni fondamento. Egli doveva dire e provare quali siano gli assurdi ch'io gli abbia attribuiti, e ch'egli non abbia detti. Ciò non facendo, mostra di non poterlo fare, e di voler far credere ai lettori quanto m'imputa su la nuda sua asserzione. Nella mia Nota, di cui egli parla, ho citato i suoi scritti anche con le medesime sue parole, e nulla mi sono imaginato. Che se si tratta di far dire quello che non fu detto, io l'ho convinto quì sopra, ch'egli fece dire a me quello che disse invece il Zantedeschi.

Che io abbia piacere di combattere i suoi assurdi, niuno lo potrà credere dopo il mio lungo silenzio sopra i tanti suoi scritti, negli *Annali di Agricultura* e nel *Poligrafo*, contro le cose mie su la rugiada; e meno potranno crederlo quelli che sanno particolarmente quanto io abbia resistito ad altre sue provocazioni in proposito. Qual piacere vi sia a combattere assurdi non detti, io non lo so; egli lo saprà, giacchè me lo ímputa.

Tutto al più potrei forse averlo malinteso in qualche parte, ove cerca d'involgere nelle tenebre i miei argomenti di fatto nella impotenza di risolverli; ma la colpa in tal caso è sua di non aver parlato chiaramente.

Al contrario chiunque si applica con candore alle scienze sa quanta sia la pena di dover difendere la verità contro chi l'attacca, non per difetto d'intelletto, ma per far prevalere un sistema contrario già abbracciato.

Il mio torto quale sia stato nel trattare di rugiada, ed anche di altre cose meteorologiche, negli Annali del 1831, pag. 31 e 192, e quì sopra a pag. 1. 9 e seg., me lo fa ora conoscere il sig. Zantedeschi co' suoi complimenti al sig. Bellani: quello cioè di essermi ingerito in *ricerche di Fisica, che si riferiscono a quella parte che precipuamente è tutta sua.*

---

## Appendice II. sopra la causa della rugiada, in aggiunta all'Appendice su lo stesso oggetto, inserita nel Bim. III. 1834 degli *Annali delle Scienze* ec., pag. 171, e sopra a pag. 74. Del Dott. Ambrogio Fusinieri.

---

§ I. In quella prima Appendice ho presentato in succinto il quadro delle tante dimostrazioni che ho date, negli Annali del 1831, pag. 449 e seguenti, e quì sopra a pag. 18 e seg., con sette Tavole di Osservazioni (vedi in fine di questo Volume), e del 1832, pag. 23. 59. e 305, e quì sopra a pag. 39 e seg., con una ottava Tavola di Osservazioni (sopra a pag. 66), della vera causa della rugiada come prodotta dal vapore notturno che ascende dal terreno, il quale trovando l'aria più fredda di sè stesso, si condensa, e bagna i corpi; e in pari tempo ho dimostrato con la stessa evidenza l'errore della ipotesi di Wells, che la rugiada fosse una precipitazione su i corpi dell'aqua di saturazione contenuta nell'aria anche di giorno, e ciò a causa di raffreddamento dei corpi al di sotto dell'aria per irraggiamento

del loro calore negli spazj celesti, e tale da ridur l'aria in contatto con essi al di sotto del punto di saturazione.

Risulta in sostanza da quelle mie dimostrazioni, desunte da una moltitudine di fatti prima di me non avvertiti, che quella ipotesi, per sè stessa arbitraria, fu imaginata in conseguenza di due errori essenziali. L'uno di non tener conto del vapore notturno che di continuo ascende dal terreno, e più caldo dell'aria soprastante, com'è lo stesso terreno da cui esce; trattandosi cioè l'argomento come se la terra di notte fosse secca quanto il bronzo (vedi gli Annali del 1831, pag. 449. 451. 452, e qui sopra a pag. 18 e seg.). L'altro di supporre che l'aria da quattro a cinque piedi d'altezza fino al suolo abbia una temperatura uniforme; mentre invece ho scoperto che nelle notti calme e serene discendendo da quell'altezza il calore dell'aria va decrescendo di molti gradi; e tanto più rapidamente secondo che 5° si avvicina al suolo; cosicchè il massimo freddo è per tutta la notte nel primo straticello d'aria sopra il terreno o sopra la neve, grosso uno o due pollici: freddo che va decrescendo secondo le altezze, prima rapidamente, poi più lentamente. Cosicchè vi è questo di singolare, che per tutta la notte il primo strato, benchè sottile, di terreno o di neve si mantiene più caldo di molti gradi del primo strato d'aria incumbente: fenomeno che non ha spiegazione alcuna, secondo le dottrine fisiche sinora conosciute.

Le stesse osservazioni, raccolte nelle citate Memorie e Tavole relative, mi hanno mostrato che in ciascuno di quegli strati d'aria vi è nel corso della notte un raffreddamento progressivo; ritenuta sempre in ogni tempo quella gradazione del massimo freddo a basso nel primo strato d'aria, che va decrescendo prima rapidamente, poi lentamente, secondo le altezze.

Dagli effetti combinati di quel costante decremento di freddo dal basso all'alto, e del progressivo raffreddamento di ciascuno strato d'aria, e del caldo vapore che ascende dal terreno, ho resa facilmente ragione del progressivo aumento ed alzamento della rugiada nel corso della notte, e del suo decremento di quantità dal basso in alto in qualunque parte del tempo (vedi gli Annali del 1831, pag. 480, e qui sopra a pag. 37-38); mentre questo modo di generazione del fenomeno è direttamente contrario alla ipotesi di Wells.

Ho mostrato insieme con le osservazioni delle stesse Memorie degli anni 1831-1832, che la ipotesi del Fisico Inglese fu appoggiata a fatti che non sussistono, e ch'è inconciliabile co'i fatti reali che si presentano nella formazione della rugiada, la quale in tutte le sue circostanze si palesa da sè stessa non da altro prodotta, che dal vapore ascendente dal terreno.

Con altri fatti sperimentali delle stesse Memorie ho resa ragione evidente anche della sospensione, o, per meglio dire, della diminuzione di rugiada quando il cielo è coperto (giacchè una mancanza assoluta non vi è mai); e ciò dipendentemente dagli effetti che producono le nubi, di togliere nell'aria quella gradazione di temperatura dal basso in alto, di diminuire anche il progressivo raffreddamento di ciascuno strato, e di diminuire ad un tempo la evaporazione del suolo.

Per altro il fatto che pur continui, ma con iscarsezza, a formarsi rugiada anche a cielo coperto, è contrario direttamente anche questo alla ipotesi del Fisico Inglese, la quale suppone che sia aqua di saturazione precipitata per trovarsi i corpi tanto freddi da ridur l'aria in contatto con loro al di sotto del punto di saturazione. Secondo la ipotesi, i corpi a cielo coperto non possono ridursi tanto freddi; quindi non farebbero precipitare un atomo d'aqua. E se ne facessero precipitare una parte, sarebbero già tanto freddi da far precipitare anche tutto il resto che a quella temperatura non potesse essere contenuto nell'aria. In somma, secondo la ipotesi, non vi sarebbero a cielo coperto quelle infinite gradazioni di quantità di rugiada che si osservano, anzi vi sarebbe sempre un'absenza assoluta.

Nelle dette Memorie ho anche notati a questo proposito gli errori massicci ch'erano corsi nel far dipendere, secondo quella ipotesi, il fenomeno della poca rugiada a cielo coperto dalla riflessione in giù del calore raggiante del terreno e dei corpi; mostrando che questa supposta riflessione non potrebbe tutt'al più che rendere stazionaria la temperatura, e non mai produrre quel súbito riscaldamento che viene segnato dai termometri alla comparsa delle nubi.

Finalmente nelle stesse Memorie del 1832 ho mostrata erronea la spiegazione che si dava del ghiaccio artificiale delle Indie nelle notti calme e serene co'l mezzo dello stesso calore raggiante, per essere anche tale spiegazione appoggiata alla falsa supposizione della uniforme temperatura dell'aria da quattro a cinque piedi d'altezza sino al suolo; ed ho mostrato che quel ghiaccio deve dipendere invece dal massimo freddo del primo straticello d'aria: il che non era mai stato prima di me osservato (vedi sopra a pag. 54-56).

Ho poi mostrato negli Annali del 1833, pag. 365, e qui sopra a pag. 72 e seg., come quell'errore univer-

salmente ammesso da Wells in poi, di supporre di notte tranquilla e serena la temperatura dell'aria uniforme da quattro a cinque piedi d'altezza sino al suolo, abbia condotto un Fisico Francese, che non conosce le mie Memorie, a vani sperimenti alle Cordigliere circa il preteso irraggiamento notturno del calore dei corpi. E in tale incontro ho data di nuovo in succinto la spiegazione del ghiaccio artificiale delle Indie co'l mezzo del freddo inosservato del primo straticello d'aria.

Di tutto il contenuto di tali mie Memorie ho dato, come dissi, il quadro succinto nella suddetta Appendice del 1834, pag. 178-180, e quì sopra a pag. 74-83, nelle quali, chi vuole giudicare rettamente, e senza prevenzione, di quel notturno fenomeno, troverà disipato in più e più forme il prestigio che avea prodotto la erronea teoría del Fisico Inglese, e vi troverà dimostrativamente sostituita la vera sua generazione dal basso in alto co'l mezzo del vapor caldo che ascende, e del graduato freddo dell'aria.

Il sig. Bellani, che si è prefisso di sostenere a qualunque costo quella ipotesi, e di opporsi a qualunque evidenza dei risultamenti delle mie Memorie, ha stampato e va stampando una moltitudine di scritti che si succedono a grandi intervalli di tempo ora nel *Poligrafo* di Verona, ora negli *Annali di Agricultura*. Ma invece d'incontrare distintamente e regolarmente i fatti delle mie Memorie, e le relative deduzioni, per mostrare o in quelli o in queste ch'io abbia errato, ha sempre disimulato e quelli e queste, massimamente nei punti principali. Ha preso di mira soltanto qualche fatto staccato, quando ha creduto di potervi applicare con la stessa ipotesi di Wells delle spiegazioni forzate; ed ha ripetuti anche con disordine e confusione gli argomenti che venivano addotti in favore di quella, senza farsi carico de' miei argomenti contrarj di fatto, co'i quali tante volte li ho distrutti. Da per tutto poi non fece che spargere confusione ed oscurità, incorrendo in assurdi, e persino in contradizioni con sè medesimo (vedi gli Annali del 1833, pag. 102-104, e quì sopra a pag. 70-72; e la suddetta Appendice prima.)

Il suo fine risultava evidente dallo stesso modo di agitare la questione. Siccome io venni a svelare nella ipotesi di Wells un errore coronato dalla Società di Londra; siccome quell'errore, come per sè stesso seducente la imaginazione, fu avidamente abbracciato dai Fisici Francesi; siccome dietro a questi fu poscia abbracciato anche da qualche Trattatista Italiano per un'abituale sommissione alle dottrine che vengono da quella parte; e siccome anche il sig. Bellani obedì a questa corrente, egli che pretende essere la Meteorología una scienza *precipuamente tutta sua* (vedi la suddetta Appendice, pag. 183, e quì sopra a pag. 83); per tutte queste ragioni è facile comprendere il suo dispiacere ch'io sia giunto contro tali autorità a convincere un errore così consacrato. Quindi si è tanto affaticato per farsi mio oppositore; e non potendo affrontare le mie Memorie con una regolare discussione su i fatti e su le deduzioni, si è dato a spargere delle confusioni, disimulando il contenuto delle stesse Memorie nelle parti più essenziali; e ciò co'l fine evidente di oscurare di nuovo l'argomento da me dilucidato, o di renderlo almeno dubioso presso i men dotti, presso gli agricultori, ed anche presso que' Fisici che non avessero avuta la pazienza di leggere le stesse Memorie.

Con la detta mia Appendice fu la seconda volta che ho risposto ai tanti scritti assurdi e confusionarj nel proposito del sig. Bellani; ma con quella l'ho stretto da vicino, e l'ho richiamato al nodo della questione, ch'egli avea sempre sfuggito.

Dopo quasi un anno di silenzio, aspettando che quella mia Appendice fosse come dimenticata, ritornò in campo negli *Annali di Agricultura*, Genajo, Febrajo e Marzo 1835, con due scritti successivi, ciascuno dei quali chiamò *ultimo;* ed ai quali succederanno l'*ultimo terzo*, l'*ultimo quarto*, e così di séguito. Egli affetta sempre di non voler più parlare ulteriormente su l'argomento; ma invece per le anzidette cause nulla gli sta più a cuore dell'affare della rugiada. E vuole essere l'ultimo a parlare, in prova di avere ragione.

In questi ultimi suoi scritti ha preteso rispondere alla mia Appendice; ma seguì invece il suo sistema di confusione e di disimulazione su'l contenuto delle mie Memorie, ed ha ripetuti quà e là disordinatamente i soliti argomenti che venivano addotti in favore della ipotesi di Wells, e che tante volte ho distrutti co'i fatti e con le deduzioni delle stesse Memorie.

Io non vengo ad incontrare quelle sue ripetizioni, nè a diradare ulteriormente le sue tenebre. Tutto è anticipatamente dilucidato dalle Memorie di cui ho presentato il quadro nell'Appendice, e di cui ho riassunto quì sopra i risultamenti principali. Ripeto, che se il sig. Bellani vuole contro di quelle difendere la ipotesi di Wells, facia quello che non ha mai fatto: risponda cioè regolarmente e distintamente ai fatti da me esposti ed alle mie deduzioni, e mostri che in quelli o in queste io abbia commesso errore.

Ma egli non può farlo; e se avesse potuto l'avrebbe fatto da lungo tempo. Io bensì posso ora con le sue medesime risposte a quella mia Appendice, dove l'ho richiamato al centro della questione, convincerlo

definitivamente ch'egli medesimo ormai conosce quella verità ch'io difendo, e ch'egli combatte; e che la conosce in virtù delle stesse mie Memorie, alle quali si è fatto oppositore.

Tale sarà l'oggetto di questa mia seconda Appendice; ed anche questo modo di redarguizione interessa la scienza, giacchè non è sempre indifferente il conoscere anche i veri sentimenti degli autori che scrivono.

Per tale oggetto io ridurrò alla loro semplicità gli oggetti principali della mia Appendice, che prego i lettori di rileggere, ed esaminerò di confronto quanto il sig. Bellani risponda.

§ II. Come conseguenza necessaria della ipotesi di Wells, il sig. Bellani, in luogo di sperimentare, avea fatta nel *Poligrafo* di Verona (Settembre 1832) la predizione, che un grosso strato, come una tavola di legno, disteso sopra un prato da poco tagliato, si bagnerebbe di rugiada prima di sopra che di sotto; e che di sotto si bagnerebbe allora soltanto che il freddo della superficie superiore si fosse comunicato alla inferiore.

Di fatto così importava la supposizione, che la rugiada sia aqua di saturazione contenuta nell'aria anche di giorno, e precipitata su i corpi raffreddati più dell'aria per irraggiamento.

Ma invece il sig. Zantedeschi ha sperimentato il contrario. Trovò che un sacco di tela incerata, contenente una grossa tavola di noce, disteso sopra quell'erba ancora asciutta, si bagnava (in séguito dopo l'occaso) prima di sotto che di sopra, e che la parte inferiore del sacco era di alcuni gradi più calda della superiore.

Ecco rovesciata la ipotesi con un solo fatto, non però nuovo nel suo genere, giacchè tanti altri analoghi io ne aveva addotti nelle mie Memorie. Ecco il sig. Bellani imbarrazzato con la sua predizione fatta senza sperimento, e credendo forse che niuno osasse rivocarla in dubio e sperimentare. Ma egli non ha per questo desistito, giacchè a qualunque costo vuole sostenere la ipotesi. Pensò un anno su'l modo di togliersi d'imbarrazzo; ed è poi uscito nello stesso *Poligrafo* (Febrajo 1834) con ripieghi i più infelici, e con nuovi assurdi, per conciliare con la stessa ipotesi anche il fatto osservato da Zantedeschi, contrario alla sua predizione, e per giustificarsi di averla fatta.

Eccolo dunque intanto in contradizione con sè stesso. Prima del fatto il sacco doveva bagnarsi, secondo la ipotesi, prima sopra che sotto; dopo il fatto doveva bagnarsi, secondo la stessa ipotesi, prima sotto che sopra.

Con la citata mia Appendice ho presi in esame e convinti anche i nuovi suoi sforzi per adattare alla ipotesi di Wells il fatto, che riuscì contrario alla sua predizione. Vale a dire, un sacco di tela incerata contenente una grossa tavola, disteso e poggiato su l'erba corta, non potrebbe, secondo quella ipotesi, non solo bagnarsi prima sotto che sopra, ma nè pure bagnarsi mai al di sotto, a causa della poca aria interposta, che non può contenere tanta aqua di saturazione da bagnarlo, se anche la deponesse tutta; ed a causa del vicino calore del terreno, dimostrato da' miei sperimenti, e da quello stesso di Zantedeschi: calore il quale non lascerebbe mai raffreddare la parte inferiore del sacco, sicchè vi precipitasse l'aqua di saturazione della poca aria interposta. Ma fatto è, che il sacco si bagna di sotto più presto e più copiosamente che di sopra: dunque è falsa la ipotesi. Il sig. Bellani per salvarla avea imaginato nel *Poligrafo* (Febrajo 1834) *una umidità preesistente in quell'erba ed in quel suolo.* Ma ciò era contro il fatto in quanto all'erba; perchè il sacco con la tavola vi fu posto quand'era ancora asciutta, come ognuno ad erba asciutta può ripetere lo sperimento. In quanto poi all'umidità del suolo, questa vi è sempre; ma perchè bagni l'erba e la parte inferiore del sacco bisogna che ascenda.

Ecco dunque la rugiada dipendente dal vapore notturno che ascende dal terreno, e non dall'aqua di saturazione contenuta anche di giorno nell'aria.

Tal era il risultamento dei medesimi sforzi fatti dal Bellani per dare ragione del fatto contrario alla sua predizione. Egli stesso, in luogo di salvare la ipotesi, avea dato nuovo argomento per convincerla. Si trovò quindi in un nuovo imbarrazzo peggiore del primo con quella sua *umidità preesistente anche nel suolo,* che bagnasse l'erba ed il sacco ascendendo. Non era più questa la rugiada di Wells; era invece il vapore ascendente delle mie Memorie. Quindi nel medesimo scritto non si trovano che oscurità ed equivoci riguardo al vapore notturno ascendente più caldo dell'aria soprastante, come ho rimarcato a pag. 175 dell'Appendice, e qui sopra a pag. 76. Ora non lo nega, ed ora viene ad abolirlo come se non esistesse. È un *ibis redibis non;* anzi una continua contradizione con sè medesimo.

Quindi nella stessa Appendioe, pag. 172-173, e quì sopra a pag. 76-77, l'ho richiamato ad una confessione aperta che avea fatta di quel caldo vapore notturno ascendente nello stesso *Poligrafo* (Settembre 1832), nell'atto medesimo di fare quella sua predizione, che restò smentita dal fatto.

La sua confessione fu nei precisi termini seguenti, già riportati anche negli Annali del 1833, pag. 101, e quì sopra a pag. 76. Parlando il sig. Bellani di una tela distesa sopra un prato, che ha poi dichiarato nello stesso *Poligrafo* (Febrajo 1834) dover essere a qualche altezza dal prato, ha detto: *Dal momento che si dispiega sovra un prato la tela, l'erba che copre la superficie del prato non può più irradiare liberamente verso gli spazj celesti, per cui nell'aria interposta più vi si accumula l'umidità ed il calore del terreno.* Non parliamo del supposto irraggiamento dell'erba, il quale egli quì fa influire stravagantemente anche su la stessa umidità; stiamo semplicemente al suo detto, che sotto la tela *si accumulano umidità e calore del terreno.* Dunque ha confessato che dal terreno ascende caldo vapore, siavi o non siavi la tela. E *vapore* di fatti lo chiamò egli medesimo poco dopo soggiungendo: *questo strato d'aria inferiore, trovandosi più carico di umidità che non il superiore, deve deporre per il primo e più abondantemente il suo vapore eccessivo*, ec.

Ecco dunque il sig. Bellani, che in un momento in cui ha creduto essergli utile il caldo vapore notturno ascendente dal terreno, lo ha solennemente confessato; senza prevedere certamente allora che un altro giorno sarà su ciò richiamato a convincimento della ipotesi che difende, la quale, ammesso quel vapore, è pienamente smentita.

Ma da chi ha appreso il sig. Bellani la esistenza di quel vapore più caldo dell'aria soprastante? Dalle mie Memorie, ch'egli disimula: imperocchè prima di quelle non si pensava dai propagatori della ipotesi di Wells nè al vapore notturno ascendente, nè alla sua temperatura maggiore dell'aria; come non ci aveva pensato lo stesso Fisico Inglese, il quale volle spiegare la rugiada indipendentemente da ogni vapore notturno del terreno. E lo stesso Bellani co'suoi tanti scritti anteriori, non contro le mie Memorie, perchè, come dissi, non le ha mai incontrate, ma contro il mio assunto risultante da quelle, non avea mai voluto riconoscere quel vapore ascendente più caldo dell'aria, che ha poi confessato così apertamente nel *Poligrafo* (Settembre 1832).

Il peggio poi è, che dopo quella sua confessione è ritornato, come dissi, nel *Poligrafo* (Febrajo 1834) a parlare in modo equívoco ed oscuro di quel vapore, senza lasciar ben comprendere nè se lo ammetta, nè se lo neghi.

Per lo che con la detta mia Appendice, pag. 175, e quì sopra a pag. 77-78, l'ho richiamato a dichiararsi con precisione, se ammetta, o no, che di notte ascenda continuamente vapore dal terreno nell'aria. Ma ho anche soggiunto, che se lo negava, ciò stava in contradizione co'i fatti i più manifesti, e con la sua medesima confessione fatta nel *Poligrafo* (Settembre 1832), e con le sue stesse dottrine publicate nel Giornale di Pavía del 1816, ove considerò che un ambiente freddo faciliti la evaporazione di un corpo caldo. Ho soggiunto inoltre, che se accordava quel vapore notturno, egli non avea più causa da difendere, divenendo in tal caso affatto inutile alla formazione della rugiada l'imaginato raffreddamento dei corpi al di sotto dell'aria, come ho dimostrato a pag. 176 della stessa Appendice, e quì sopra a pag. 78, riferendomi alle mie Memorie.

Secondo quella mia Appendice il sig. Bellani avea dunque due oggetti principali a cui rispondere. Il primo era, come potesse più sostenere la ipotesi di Wells, dopo ch'egli medesimo riconobbe doversi bagnare il sacco di Zantedeschi per di sotto con la umidità preesistente nel suolo, che dovea in conseguenza ascendere; e non più con l'aqua di saturazione dell'aria, con la quale lo facea bagnare anche di sotto al tempo della sua fallace predizione. Il secondo oggetto, già collegato co'l primo, era, che, abbandonando gli equívoci e le studiate oscurità, dichiarasse con precisione se ammettesse, o no, che di notte ascenda continuamente vapore dal terreno nell'aria, e più caldo di questa.

Vediamo come sopra questi due oggetti centrali alla questione il sig. Bellani siasi diportato nei citati *Annali di Agricultura* del 1835.

§ III. Su'l primo oggetto nulla più risponde: non parla più nè del sacco con entro la tavola sopra il prato, che si bagna prima sotto e più copiosamente che di sopra; nè della sua predizione contraria, che avea fatta come conseguenza necessaria della ipotesi che difende; nè del suo falso ripiego, che l'erba asciutta avesse un'umidità preesistente per bagnare il sacco di sotto; nè della sua confessione implicante con quel ripiego, che il sacco si bagna di sotto per umidità preesistente anche nel suolo, la quale per bagnarlo è necessario che ascenda; nè della contradizione di questo fatto con la ipotesi, che la rugiada dipenda dall'aqua di saturazione dell'aria. Egli pone tutto questo ben volentieri in oblío.

Solamente cerca di far credere a'suoi lettori, che sopra le sue vanità scritte nel *Poligrafo* (Febrajo 1834), come sono svelate nella mia Appendice, ed anche quì sopra, il sig. Zantedeschi sia restato persuaso, e che

io solo rimanga opponente. *Spero bene,* egli dice a pag. 82, *che il sig. Zantedeschi ne rimarrà persuaso, ma non già il sig. Fusinieri.* In questo modo si sottrae dal rispondere, e cerca d'imporre ai lettori con una imaginata conversione del Zantedeschi, fidandosi forse che questi restasse in silenzio. Ma si è ingannato anche in questo. Il Zantedeschi mi scrisse una Lettera il dì 5 Agosto 1834, perchè la publicassi negli Annali: il che allora ho creduto superfluo. Ma postochè il sig. Bellani torna a provocarmi, e vuole far credere al Publico quello che non è rapporto a Zantedeschi, io qui soggiungo la Lettera, dalla quale traspira anche un intrigo che fu fraposto per ottenere da lui quella Nota, su la quale ho reclamato con la mia Appendice, pagina 182, e qui sopra a pag. 82-83. Ecco in qual modo vengono trattate le scienze!

*Sig. Direttore.*

*Io doveva e voleva in quella Nota del* Polígrafo *manifestare alcuni miei sentimenti, che mi pareva la natura dell'argomento richiedere; ma non sempre è dato di fare quello che il proprio officio comporterebbe. Sono stato costretto a rimanermene in silenzio, anche a danno delle cose mie; e nell'atto ch'io tributava lode al sig. Bellani, io non intendeva . . . . . . . Io amo che il Publico conosca la ingenuità di questi miei sensi, e l'imparzialità della mia condotta. Ho ripetuto quei tre quesiti; ma chi dei Fisici poteva ignorare ch'erano suoi? Se ho mancato, supplisco con questa mia; ma io non credeva, lo ripeto, una tale giunta necessaria, dopo quello ch'ella avea publicato ne' suoi Annali. Io ho detto* anche a danno delle cose mie, *perchè il signor Direttore del* Polígrafo *si volle la Nota modellata a suo piacimento, senza che si potesse aggiungere verbo alle querele e pretese ragioni del Bellani; dico* pretese ragioni, *perchè senza interrogare la natura è da cattivo filosofo spargere dei dubj sopra quello ch'io aveva ottenuto. Fu per questo ch'io feci nuovi saggi, di nuovo tentai la natura, ed ottenni nuovi responsi, che riconfermano quanto io avea publicato.*

*Io presi una lamina di zinco della grandezza di un piede quadrato, e la collocai sopra l'erba cortissima di un prato, che al tatto non presentava umidore sensibile. Nel centro di questa lamina praticai una cavità, nella quale adattare il bulbo di un termometro. Copersi di tela cerata verde la piastra suddetta; e fatto in essa un foro, vi adattai il termometro, che nel suo gambo fino ad una certa altezza era coperto con un cilindretto della stessa tela. Il Sole era ancora alto su l'orizonte.*

*Disposi un altro termometro al tutto gemello, coperto della stessa tela cerata verde ed isolato dal suolo, o sia staccato.*

*La mattina alle ore 4. 1/2 antimeridiane mi recai al luogo, e ritrovai che il termometro che poggiava su lo zinco segnava + 15° R.; e quello isolato, che di poco soprastava l'altezza della superficie superiore della lamina, + 14° R.; e lo zinco nudo, che riguardava la terra, era coperto di rugiada abondantissima, che a guisa di pioggia scorreva; mentre su la tela cerata, che copriva la superficie superiore della lamina, vi era un velo leggerissimo. Identici effetti ottenni con piattelli di stagno coperti di cotone, e termometri involti in questa stessa materia. Ritenendo poi questa stessa disposizione, con l'unica circostanza di collocare la piastra di zinco ed i piattelli di stagno a qualche distanza dal suolo, ottenni copia di rugiada maggiore su la superficie superiore, che nella inferiore . . . . .*

*Io non voglio per ora entrare in illazioni; e solo ripeterò, che bisogna fare violenza al ragionamento per rendere compiutamente ragione di questi fenomeni con la teoria di Wells.*

Francesco Zantedeschi.

Si scorgono qui due cose: l'una che il sig. Zantedeschi in luogo di essere convertito alla ipotesi di Wells, come il sig. Bellani vuole far credere a' suoi lettori, si è anzi riconfermato in contrario con nuovi sperimenti; l'altra, che il sig. Zantedeschi fu impedito da un intrigo a manifestare i suoi veri sentimenti in quella Nota (vedi l'Appendice, pag. 182, e qui sopra a pag. 82-83), ove mentre fece della Meteorología una scienza *precipuamente tutta sua* (del Bellani), ha soppresso il mio nome nel ripetere i tre quesiti ch'io aveva proposti negli Annali fin dall'anno 1831, pag. 474 (vedi qui sopra a pag. 34).

Il singolare poi è, che mentre Zantedeschi riconosce per miei i tre quesiti, e adduce che ogni Fisico dee saperlo, il sig. Bellani continua a darli per quesiti di Zantedeschi a pag. 68 degli *Annali di Agricultura* del 1835. E quando allude a pag. 82 al mio reclamo fatto nell'Appendice, lo indica in genere come relativo *ad alcune mie idee usurpate,* per non lasciar conoscere a' suoi lettori che si tratti di quei tre quesiti.

§ IV. Veniamo ora al secondo oggetto della mia Appendice, che fu quello di richiamare il sig. Bellani a dichiararsi se ammetta, o no, il vapore ascendente dal terreno più freddo dell'aria soprastante; ammesso il quale, la ipotesi di Wells è bella e distrutta.

Io non mi occuperò, come dissi, della nuova farragine di sue inconcludenze, confusioni e ripetizioni di cose già confutate dalle mie Memorie. Dirò solo, che il suo studio è sempre quello d'offuscare di nuovo l'argomento da me dilucidato, per imporre a chi non conosce le mie Memorie; e mi limiterò soltanto a quello che risponde sopra il mio richiamo in centro di questione.

Io non poteva già attendermi da lui che mi desse su ciò una precisa risposta. Come avea fatto nel *Poligrafo* (Febrajo 1834), così anche negli ultimi suoi scritti di cui si tratta, quando parla di quel fatto, usa sempre un *ibis rebidis non*. Egli sa, che se nega quel fatto, va contro i fatti più manifesti, e contro la sua stessa confessione fatta nel *Poligrafo* (Settembre 1832); e sa che se lo accorda, non può più difendere la ipotesi. Quindi cerca un *quid medium*, un vapore notturno ascendente e non ascendente; e con tal vapore, che non è vapore, egli intende ancora conciliare le cose in guisa, che vi sia una rugiada al modo di Wells.

Vediamo questo suo nuovo impasto di parole.

Da pag. 83 fino a pag. 88 dei citati *Annali di Agricultura*, solo luogo in cui egli si concentra alla questione, accorda in sostanza, benchè a stento, due cose: l'una, che il terreno è più caldo dell'aria soprastante; l'altra, che questa nelle notti serene e tranquille è più fredda quanto è più bassa, sicchè il massimo freddo dell'aria è precisamente presso il suolo. Si vedrà poi che cosa dica del vapore del terreno.

Riguardo al primo fatto, ecco le sue parole a pag. 83: *Ammesso essere il terreno più caldo dell'aria soprastante anche su la sua superficie in immediato contatto dell'aria, il che per me è ora indifferente.* Quel *per me è ora indifferente* è una riserva di ritrattare e contradire all'uopo la sua stessa confessione, come fece altre volte.

Il secondo fatto non lo riferisce con quella precisione che risulta dalle mie sperienze; cioè non dichiara che il freddo dei primi strati sottili d'aria di alcuni pollici sopra terra è rapidamente decrescente dal basso in alto, e che sopra que' primi strati decresce sempre meno rapidamente.

A questo proposito si noti, ch'egli vuol far credere come cosa già nota, senza le mie sperienze, quel massimo freddo dell'aria presso terra. Ecco il passo relativo a pag. 88: *Prima delle sperienze di Pictet si supponeva che di notte gli strati d'aria fossero più freddi quanto più erano distanti dal suolo; mentre invece, come il fatto ha dimostrato, trovandosi di notte lo strato d'aria il più freddo, quello più prossimo al terreno, fatto che non si nega nè pure da Fusinieri, non si saprebbe, ec.*

Ma invece, come ho detto le tante volte nelle mie Memorie, Wells e tutti gli altri hanno preteso misurare la temperatura dell'aria soprastante al suolo con un termometro a quattro o cinque piedi d'altezza, supponendola uniforme da quell'altezza fino a terra: dal che è nato l'errore di credere l'aria più calda dei corpi giacenti in terra e della superficie del suolo, e di quella della neve; e ciò si credeva perchè un termometro in contatto del terreno o della neve segna una temperatura molto più bassa di un altro a quattro o cinque piedi d'altezza. Ma con questo confronto si confondeva la temperatura del primo straticello d'aria con quella della superficie del terreno e della neve; giacchè la differenza dei due termometri dipende dal trovarsi il più basso nello strato d'aria il più freddo: il che lo provano questi altri fatti, che un termometro alto un pollice o due sopra terra, o sopra la neve, segna un freddo ancora maggiore di un altro in contatto della superficie; ed al contrario un termometro immerso subito sotto la superficie o del terreno o della neve, per esempio alla profondità di un pollice, segna un calore di più gradi superiore a quello che si trova in contatto con la superficie. Tutto ciò è dimostrato dalle sette Tavole di mie Osservazioni nel Bim. VI. dell'anno 1831 degli Annali, e dalla Tavola VIII. del 1832, pag. 306, e quì sopra a pag. 66 (vedi le Tavole in fine di questo Volume.)

Quindi è nato l'errore di credere che i corpi di notte divengano per irraggiamento più freddi dell'aria che li circonda; quindi ebbe luogo l'erronea ipotesi di Wells su la causa della rugiada; quindi anche l'errore di credere il ghiaccio artificiale delle Indie effetto d'irraggiamento, mentre invece è effetto del massimo freddo, prima di me inosservato, del primo straticello d'aria: come di fatto se l'aqua si colloca al di sopra di quell'ultimo straticello d'aria non si gela più, quantunque abbia libero l'irraggiamento negli spazj celesti; il che dovea bastare ad avvertire che la spiegazione era falsa.

Il sig. Bellani, che sa tutto questo dalle mie Memorie, da lui scrupolosamente esplorate per trovarci da opporre, nulladimeno sostiene tutti gli errori nascenti dalla suddetta falsa misura che fu presa dalla tempe-

ratura dell'aria, e li sostiene perchè io non debbo avere, secondo lui, il merito di averli distrutti. Ma nello stesso tempo negli ultimi suoi scritti, che sto esaminando, ammette il fatto co'l quale ho svelati quegli errori: cioè ammette il graduato incremento di freddo dell'aria, discendendo da alcuni piedi fino presso a terra; ed il massimo freddo all'ultimo strato d'aria in confine con la superficie.

Vi è poi questo di singolare, che nell'atto di accordare quel fatto lo dà come cognito, indipendentemente dalle mie Memorie, come si è veduto.

Ma se nè Wells nè gli altri l'hanno saputo, e se il sig. Bellani non vanta di averlo scoperto egli stesso, perchè non si tratta di un *termobarometro,* dunque non lo ha saputo che dalle stesse mie Memorie.

Ritenuto intanto ch'egli ammette quel graduato freddo dell'aria discendendo fino al suolo, mentre anche il primo strato di terreno, comunque sottile, è più caldo di molti gradi; vediamo ora com'egli parli negli ultimi suoi scritti del vapore notturno del terreno, che così apertamente avea confessato nel *Poligrafo* (Settembre 1832), e che per necessità ha dovuto confessare implicitamente anche nel suo scritto di Febrajo 1834 nello stesso *Poligrafo*, accordando che il sacco di Zantedeschi si bagna di sotto *con la umidità preesistente nel suolo.*

Siccome quel vapore più caldo dell'aria soprastante è il nemico mortale della ipotesi che il Bellani difende, così egli fa dei nuovi sforzi, che divengono persino ridicoli, acciò quel vapore non si condensi in rugiada, e versa nelle più strane contradizioni con sè medesimo; contento già, secondo il suo solito, di produrre oscurità e confusione, essendo questa l'ultima arma che gli resta.

A pag. 84 dice: *Nello stato attuale dell'atmosfera l'immediata superficie del suolo o il velo d'aria contiguo è il più freddo; e finchè si mantiene tale, tutto il vapore ascendente si concentrerebbe sotto quel primo strato, sia nudo, o sia ricoperto di erba.*

In primo luogo, dopo avere ammesso a pag. 83 *il terreno più caldo dell'aria soprastante anche su la sua superficie in immediato contatto dell'aria,* poche linee dopo a pag. 84 dà alla superficie del suolo lo stesso massimo freddo, che ha il velo d'aria contiguo: il che è una contradizione in termini. In secondo luogo, che cosa è vapore ascendente che si condensa sotto il primo strato o nudo, o coperto di erba? Se si condensa in uno strato sotto l'erba, dunque si condensa nello stesso terreno, anzi sotto un primo strato di terreno. È un vapore adunque che non esce, che non ascende, o sia non è vapore. Sta al solo Bellani intendere sè stesso con le sue idée, che si distruggono a vicenda.

Subito dopo alla stessa pag. 84, quello stesso vapore egli lo fa difondere nell'aria, dopo che lo avea tutto condensato nel terreno. *Il vapore isolato* (egli dice) *o allo stato aeriforme si difonde e si distribuisce lentamente nell'aria.*

A pag. 85, dopo aver detto che il vapore si mescola con l'aria, come fa l'ázoto con l'ossigeno, soggiunge: *Il di più precipiterebbe, e non salirebbe appunto perchè perderebbe il suo stato aeriforme, la sua volatilità.* Quì dunque fu condensato il vapore nell'aria, e non più *sotto il primo strato di terreno coperto di erba.*

Ma súbito dopo, alla stessa pag. 85, non vuole più che il vapore ascenda, e lo fa rientrare nel terreno. *Come vorrebbe il sig. Fusinieri* (egli dice), *è impossibile che il vapore di notte possa salire.* Ma che cosa è vapore del terreno che non ascende, e che resta nello stesso terreno? È vapore, e non vapore. Il solo sig. Bellani ha tanta scienza meteorologica da comprendere queste cose.

Poco dopo, a pag. 86, fa di nuovo salire il vapore notturno; ma lo fa condensare tutto nel primo strato d'aria, ch'è il più freddo, dopo che a pag. 84 lo avea fatto condensare tutto *sotto il primo strato ricoperto d'erba,* e in conseguenza sotto un primo strato di terreno. Se non si trovassero scritte, non sarebbero credibili tali contradizioni con sè stesso.

*Come mai* (dice egli a pag. 86) *possono quegli stessi vapori in parte raffreddarsi e precipitare per formare la rugiada in quel primo strato d'aria, e in parte ritenere la loro calda temperatura, per portarsi negli strati superiori freddi anch'essi ma meno del primo, onde rinovare lo stesso giuoco? Questo sì che per me è un mistero.*

Súbito dopo, alla stessa pag. 86, prende maggiore risoluzione per fare che il vapore notturno esca effettivamente dal terreno; ma vuole che si condensi tutto nel primo strato d'aria fredda: ed ecco in qual modo. Suppone dell'aqua bollente in un vaso chiuso, fornito di un lungo tubo circondato da ghiaccio per la metà della sua lunghezza più vicina al vaso. Dice, che passando il vapore pe'l tubo, si ripristinerà in aqua nella parte raffreddata tutto il vapore eccedente la temperatura più fredda che incontra, per cui non se ne de-

porrà una stilla su 'l restante del tubo meno freddo. Ma il sig. Bellani non determina nè la lunghezza nè il diametro del tubo, nè la grandezza della caldaja; ed è un vero sproposito il dire che in tutti i casi debba avvenire quello ch' egli vuole.

Indi a pag. 87 dice: *Il vapore dell'aqua bollente e la corrente d'aria calda e umida raffigurano il vapore ch'esce di notte dal terreno, secondo Fusinieri* (cioè secondo il fatto, e secondo le sue ripetute confessioni nel *Poligrafo*, Settembre 1832, Febrajo 1834, e nel suo scritto attuale, come dai passi quì sopra riferiti). Poi soggiunge, che *il lungo tubo tanto più freddo, quanto più vicino alla sorgente del vapore, rappresenta la colonna atmosferica incumbente al terreno più fredda, quanto più vicina al terreno.* Egli fa quì che il tubo, circondato da ghiaccio per metà verso la caldaja, abbia una continua gradazione crescente di freddo verso la caldaja che bolle: il che è un altro sproposito.

A che dunque siamo ridotti co'l sig. Bellani? Prima egli fa condensare tutto il vapore ascendente sotto il primo strato di terreno o nudo, o coperto di erba; poi lo fa difondere nell'aria; poi non vuole di nuovo che salga; e per ultimo co'l paragone del vaso co'l tubo lo fa di nuovo salire, e lo fa condensare in uno strato d'aria, di cui non determina l'altezza. Si può con maggiore coraggio di questo scrivere cose fra loro ripugnanti? Ma stiamo al suo ultimo paragone del vaso munito di tubo, metà raffreddato, con le colonne notturne d'aria; e alla sua ultima idéa, che il vapore notturno del terreno ascenda bensì, ma si condensi tutto in un primo strato d'aria fredda di altezza indeterminata.

Ecco intanto per sua confessione aqua che di notte bagna i corpi presso a terra e fino ad una certa altezza, la quale procede dallo stesso terreno, e che è l'aqua di saturazione che ha l'aria anche di giorno. Ecco cioè una rugiada, che non è la rugiada di Wells.

Al di là di quell'altezza indeterminata il sig. Bellani sostiene che vi sia una rugiada al modo di Wells; riserva a questa sola la denominazione di *rugiada*, e chiama la prima *distillazione*. Questo è ciò a cui finalmente si riduce a pag. 88. Lo stesso avea fatto anche nel *Poligrafo* (Febrajo 1834); su di che ho rimarcato nell'Appendice del 1834, pag. 176-177, e quì sopra a pag. 77, che con un cangiamento di termine egli vorrebbe salvare quella ipotesi, che in fatto è distrutta.

Escluso quel vanissimo ripiego di cangiare il termine, giacchè si chiamò sempre *rugiada* l'aqua che bagna i corpi di notte all'aria aperta anche prima che il sig. Wells creasse il suo sistema, la questione dunque, secondo le ultime confessioni del Bellani, si riduce a cercare se le rugiade sieno due, o una sola. Vale a dire, se procedendo la più bassa dal vapore notturno ascendente, che trovando l'aria più fredda si condensa, ve ne sia poi un'altra più alta che proceda dall'aqua di saturazione dell'aria per freddo contratto dai corpi con l'irraggiamento del loro calore negli spazj celesti, senza poter concepire il límite fra le due rugiade, nè il passaggio dall'una all'altra; o se invece, secondo la semplicità delle leggi di natura, la stessa causa che la genera progressivamente dal basso in alto nei primi strati d'aria nel primo tempo, dopo o presso all'occaso, sia quella stessa che nel corso della notte la generi progressivamente sempre più in alto con decremento costante di quantità dal basso in alto in ogni parte del tempo. La progressione continua del fenomeno con una sola legge mostra chiaramente che l'effetto è uno solo, non due, con una sola causa costante, e non con due cause diverse.

Ho già detto nell'Appendice, pag. 176, e quì sopra a pag. 77, che ammesso il vapore notturno ascendente, l'imaginato freddo d'irraggiamento dei corpi al di sotto dell'aria diviene affatto inutile alla formazione della rugiada in qualsivoglia strato; e ciò per due ragioni. L'una, perchè con quel vapore l'aria dal basso in alto dovrebbe progressivamente soprasaturarsi, anche prescindendo dalla maggiore temperatura dello stesso vapore, e dalla sua leggerezza specifica che lo fa ascendere; e ciò massimamente perchè l'aria diviene sempre più fredda nel corso della notte, come dimostrano le mie sette Tavole di Osservazioni del 1831, e la ottava del 1832 (veggansi in fine di questo Volume). L'altra, perchè essendo quel vapore in effetto più caldo dell'aria soprastante, e potendosi paragonare ad aria già satura a quella temperatura, nell'atto di ascendere per leggerezza specifica, dee progressivamente condensarsi, o sia precipitare in contatto dell'aria più fredda che incontra, e di corpi freddi come l'aria stessa.

Il sig. Bellani non incontra direttamente questi argomenti, che mostrano ad evidenza la genesi della rugiada a qualunque altezza co'l vapore ascendente, senza bisogno di raffreddamento dei corpi per irraggiamento.

Nulladimeno, conoscendone la importanza, per togliere alla soprasaturazione dell'aria con quel vapore la formazione della rugiada, adduce due cose a pag. 85. L'una, che la soprasaturazione sarebbe tanto len-

ta, che *per giungere all'altezza di pochi piedi vi abbisognerebbe ben più lungo tempo di una notte:* il che è un'asserzione arbitraria. L'altra, che non potrebbe avvenire precipitazione continua di quel vapore, perchè *dalle prime ore di notte fino quasi su' l far del giorno ordinariamente poco varia la temperatura:* asserzione questa smentita dalle mie Tavole di Osservazioni ch'egli disimula, inserite nel Bim. V. 1831, e pag. 306 del 1832, citate anche nell'Appendice a pag. 176 (veggansi in fine di questo Volume), le quali mostrano un notabile raffreddamento progressivo in ciascuno strato d'aria, anche da un'ora all'altra, nel corso della notte.

Rispetto poi all'ascensione aerostatica del caldo vapore nell'aria fredda, con sua precipitazione progressiva nella stessa aria, e su i corpi freddi come l'aria, il sig. Bellani afferma un assurdo contrario ad ogni fisica cognizione anche vulgare, dicendo che quel vapore si dovrebbe condensare tutto in un solo primo strato d'aria più freddo a basso, di cui non determina la grossezza.

Secondo questo suo principio, non vi sarebbe mai evaporazione da corpo caldo ad ambiente freddo, perchè il vapore continuamente si precipiterebbe di nuovo su la superficie evaporante, se tutto si condensasse nel primo strato freddo che incontra. A questo suo assurdo attuale vi risponde egli medesimo con quanto ha publicato nel Giornale di Pavía del 1816, pag. 200, ove ha sostenuto invece che l'ambiente freddo facilita la evaporazione di un corpo caldo.

Ma chi non sa che un vapore caldo, che ascende nell'aria fredda, non si condensa tutto in un primo strato? Chi non sa che nel primo strato una parte si condensa, ed altra parte, conservando il calore e la leggerezza specifica, ascende ulteriormente? Chi non sa che ripetendosi lo stesso anche negli strati superiori, il vapore nell'atto di ascendere si va condensando progressivamente, perchè non perde se non che gradatamente la differenza di temperatura e la differenza di gravità specifica, finchè dura la quale continua l'ascensione?

Questo è noto non solo ai Fisici, ma anche allo stesso vulgo, che vede ascendere il vapore dell'aqua e delle vivande calde, massimamente d'inverno, e che vede ascendere il fumo dei camini, delle fornaci, ec. Quello che tutti sanno, lo sa anche il sig. Bellani, il quale scrive in questo argomento contro coscienza, perchè non vuole che la ipotesi del Fisico Inglese sia da me debellata.

Del resto, dato anche il caso che il vapore ch'esce di notte dal terreno non avesse più ad una certa altezza forza aerostatica per ascendere ulteriormente, vi ascenderebbe sempre per saturazione progressiva dell'aria; e quindi sarebbe sempre inutile l'irraggiamento notturno del calore dei corpi per la genesi della rugiada, giacchè la farebbe precipitare il progressivo notturno raffreddamento della stessa aria, dimostrato dalle mie Osservazioni termometriche, raccolte nelle più volte citate Tavole.

Ma già quanta sia la forza di ascensione dei vapori della terra, delle aque e del mare, di giorno e di notte, è mostrato dalle grandi altezze a cui giungono, ove poscia condensandosi formano le nubi. E pure l'aria che tali vapori trapassano non ne resta saturata. La causa precisa dell'ascensione dei vapori fino alla regione delle nubi non è ancora cognita, come ho notato negli Annali del 1831, pag. 36, e quì sopra a pag. 4, quantunque il sig. Bellani voglia in Meteorología saper tutto, e per lui nulla resti di misterioso.

Se i vapori ascendono a tanta altezza da formar poscia le nubi, qual difficoltà che il vapore notturno del terreno formi la rugiada pe'l freddo dell'aria e dei corpi fino a certe altezze, che massimamente di estate non sorpassano i 24 o 30 piedi? Anzi è da ritenersi che non tutto il vapore si condensi in rugiada, e che quello che sorpassa gli ultimi strati del freddo capace a condensarlo continui la sua ascensione, e si riunisca in alto con gli altri a formar poscia le nubi.

La idéa dunque di Bellani, che il vapore notturno si condensi tutto in un primo strato dell'aria fredda, e non salga alle altezze ordinarie in cui si trova la rugiada, per fare così due rugiade di diversa natura, e per fare che almeno la superiore sia indipendente da quel vapore, e sia prodotta invece dall'aqua di saturazione, che ha l'aria anche di giorno per freddo dei corpi concepito da irraggiamento del loro calore; questa è un'idéa assurdissima, fabricata per disperazione, alla quale egli stesso non può credere.

Dico ch'egli stesso non può credere a quanto ora sostiene in proposito, perchè oltre la cognizione vulgare in contrario, vi è quanto ha stampato egli stesso nel Giornale di Pavía del 1816; ed io inoltre addurrò in prova della sua non-credenza di quell'assurdo quanto ha scritto in proposito il suo amico Prof. Belli nel Volume II. del suo *Corso elementare di Fisica sperimentale;* Trattato che il sig. Bellani tanto conosce ed apprezza, per esservi egli continuamente lodato, che lo chiama *esimio* (vedi gli Annali del 1834, pag. 227;

e, se non erro, in qualche altro suo scritto lo dichiarò il miglior Trattato di Fisica ch'egli conosca: rimunerazione ben dovuta alle tante lodi ch'egli ebbe in quel Trattato.

Il sig. Prof. Belli a pag. 461 del Vol. II. ha prima detto, che alla mescolanza di più masse d'aria umide e di differenti temperature è altresì da attribuirsi il vapor visibile prodotto dall'alito, quello prodotto dalla evaporazione dell'aqua calda, ec.; e poi a pag. 468 si è espresso in questo modo: *Se vicino al suolo si trova una massa d'aria umida, la quale o in grazia della sola umidità, o in forza altresì di una più elevata temperatura* (N. B. a pag. 333 avea premesso, che la densità del vapor aqueo sia minore d'una massa d'aria che a pari temperatura e a pari forza espansiva riempia un vaso), *sia specificamente più leggiera dell'altra aria circostante; e se questa massa d'aria, alzandosi e raffreddandosi, arrivi a divenire satura del vapore aqueo contenuto, ed a lasciarne precipitare una parte; una tale precipitazione non può porre impedimento alla ulteriore salita d'essa aria umida, ma anzi le dà nuova spinta: di maniera che essa può arrivare a maggiore altezza, che se non fosse avvenuta questa precipitazione. Nel continuare poi a salire, essa continua altresì a raffreddarsi, ed a lasciar precipitare altro vapore, ec.*

Io non dirò di assentire alle dottrine del sig. Belli, che quì ulteriormente non riferisco, circa tutte le spinte ch'egli dà ai vapori per farli ascendere sino alla regione delle nubi. Mi basta quì mostrare in genere, che il progressivo alzamento con progressiva condensazione d'un vapore caldo in aria fredda, è cosa, oltrechè di cognizione vulgare, trovata dai Fisici conforme alle leggi di natura; e il sig. Bellani, che ora scrive in contrario, lo sa almeno tanto quanto lo sa il sig. Prof. Belli.

§ V. Il sig. Bellani a pag. 97 chiude il suo guazzabuglio con un invito che mi fa, di proporre con tutta la precisione una sola esperienza, un solo raziocinio che io reputi il mio Achille, e che non si potesse accordare con la teoría di Wells; e dice che allora si darà per vinto.

Rispondo, che dopo le sue disimulazioni su 'l contenuto delle mie Memorie, le quali non con una sola esperienza, non con un solo raziocinio, ma con una moltitudine di esperienze e di raziocinj hanno dimostrata evidentemente erronea la ipotesi di Wells; e dopo essere stato egli medesimo costretto su i miei richiami al punto centrico della questione a confessare in fine, dopo una serie di contradizioni con sè medesimo, che alla notte i corpi vengono bagnati dal vapor caldo che ascende dal terreno condensato nell'aria fredda soprastante, volendo però confinar ciò soltanto ad un primo strato, con l'assurda asserzione che quel vapore non possa ulteriormente ascendere e condensarsi, onde abbia luogo una seconda diversa rugiada negli strati superiori, al modo della ipotesi di Wells; e dopo aver dato tanti saggi con perpetue contradizioni a sè stesso, e con errori che non possono cadere in mente di nessun Fisico, che il suo fine è quello d'involgere nella oscurità e nella confusione l'argomento da me dilucidato: rispondo, dico, che il venire dopo tutto questo a ricercarmi una sola esperienza, un solo raziocinio evidente contro quella ipotesi per darsi vinto, non è altro che un tratto di destrezza per farsi credere sincero nelle opposizioni fatte, e in quelle che fosse per fare; e rispondo, che bensì dal Publico, ma non da lui, io mi attendo un retto giudizio su l'argomento.

E non è nè pur necessario, per formare un tale giudizio, ventilare in tutta la loro estensione le mie Memorie: basta l'uso della più comune riflessione sopra alcuni fatti principali, su i quali il signor Bellani con tutti i suoi sforzi non ha mai parlato, non avendo nella sua imaginazione trovato il modo di affrontarli.

Tal è il fatto, che nell'erba folta ed alta di un prato, o in un campo di frumento, la rugiada comincia in fondo delle piante, dove sono fra loro più inviluppate, e dov'è più tolto il libero aspetto del cielo, mentre le cime sono ancor secche (vedi gli Annali del 1832, pag. 309-310, e quì sopra a pag. 68 - 69).

Tal è l'altro fatto, che nelle notti di rugiada si bagna copiosamente anche la superficie del nudo terreno, anzi un primo strato dello stesso terreno, mentre è provato dalle mie sperienze, ed è confessato dallo stesso Bellani, che quel primo strato è più caldo di molti gradi dell'aria soprastante (vedi gli Annali del 1831, pag. 27 e seg., e quì sopra a pag. 19 e seg.; e 1832, pag. 310-311, e quì sopra a pag. 69).

Tali sono gli altri fatti, che la deposizione della rugiada è progressiva dal basso in alto prima su la stessa erba, poi su gli arbusti, poi su gli alberi; che in quel progressivo alzamento vi è sempre un límite, al di sopra del quale le foglie e le fronde sono ancora secche; che vi è anche un límite non molto distante dal suolo, e variabile secondo le stagioni e le circostanze, oltre il quale non vi è mai rugiada per tutta la notte, come su le cime degli alberi alquanto alti, che si mantengono secche come di giorno; e che in qualunque ora della notte la quantità di rugiada è decrescente dal basso in alto, sicchè le parti inferiori delle piante, benchè alquanto inviluppate, sono sempre più bagnate delle superiori, quantunque abbiano queste il libero aspetto

celeste (vedi gli Annali del 1831, pag. 480 e seguenti, e quì sopra a pag. 37 e seg., *Vera genesi progressiva della rugiada dal vapore ascendente notturno*).

Tali sono gli altri fatti, analoghi ai suddetti, che nella stessa ora un termometro basso si copre di rugiada, ed uno un poco più alto, benchè abbia la stessa temperatura, è ancor secco; che un termometro allo stesso livello, benchè da un' ora all' altra conservi la stessa temperatura, nella prima ora è secco, e nella seconda è bagnato (vedi la Tavola VII. del 1831, posta in fine di questo Volume, e le relative Riflessioni a pag. 481, e quì sopra a pag. 38).

Dico che tali fatti, fra i tanti altri dal sig. Bellani disimulati, sono per sè stessi più che bastanti, per chiunque è di sana mente, a convincersi che la rugiada procede dal vapore ascendente, e che non può essere prodotta da aqua di saturazione contenuta nell'aria anche di giorno, la quale si deponga sopra corpi resi più freddi dell' aria stessa per irraggiamento del loro calore negli spazj celesti.

Imperocchè in tale supposizione accaderebbe precisamente il rovescio di quanto avviene secondo quei fatti: cioè le cime e le alte fronde degli alberi sarebbero le prime a bagnarsi, come quelle che hanno più libero l'aspetto del cielo; non sarebbe mai possibile che le parti più elevate delle piante si mantenessero secche per tutta la notte; la rugiada si deporrebbe progressivamente dall' alto al basso, perchè i corpi più tardi a raffreddarsi per irraggiamento sarebbero gl' inferiori, che hanno men libero l'aspetto celeste: per la stessa ragione la quantità della rugiada sarebbe pure in ogni ora dall' alto al basso decrescente; al fondo dell'erba di un prato, ove dagl' intrecci ed involucri superiori è tolto il libero aspetto celeste, non vi sarebbe mai rugiada; questa si deporrebbe egualmente nella stessa ora sopra due termometri alla stessa temperatura, benchè uno sia un poco più alto dell' altro; e allo stesso livello un termometro che conserva da un' ora all' altra la stessa temperatura, non sarebbe secco nella prima, e bagnato soltanto nella seconda ora, ma sarebbe bagnato súbito nell' ora prima.

Sono pur queste le ragioni, oltre tante altre che ho addotte nelle mie Memorie contro la ipotesi di Wells, alle quali il sig. Bellani non si è mai accinto a rispondere; egli che mi domanda ora una sola esperienza, un solo raziocinio per darsi vinto, con l' intenzione di tutto disimulare, come in passato, quello che non può affrontare, e di non cedere mai a nessuna evidenza.

§ VI. Per maggiormente provare quanta sia la sincerità del sig. Bellani, farò menzione del rimprovero che mi fa a pag. 95, ch' io non abbia fatto di notte tranquilla e serena il confronto fra un termometro coperto di foglia metallica, ed altro nudo. Mentre di ciò mi rinfaccia, vi è nel Bim. VI. del 1831 la mia Tavola V. di Osservazioni (posta in fine di questo Volume), dove quel confronto è fatto; come vi sono nella stessa Tavola i confronti del termometro nudo con altri vestiti di cotone, di lana, e d' inchiostro della China. Ho notato a pag. 463 e seguenti di quel Bimestre, e quì sopra a pag. 27 e seg., che le differenze mostrate da quella Tavola sono assai piccole, e che vengono a provare che furono molto esaggerate le differenze in tali confronti vantate da Wells, e ancora più quelle vantate da' suoi seguaci, i quali non fecero i relativi sperimenti. E tutto ciò l' ho notato in prova della mia proposizione a pag. 460 del suddetto Bimestre, e quì sopra a pag. 25, che *i fatti addotti per fondamento della ipotesi di Wells non sussistono, e sono riprovati.*

Il sig. Bellani, che scrive per chi non ha letto le mie Memorie, sorpassa tutto questo, e mi rinfaccia ch' io non abbia fatto quei confronti che sono registrati nelle mie Tavole.

Così proseguendo sempre con la stessa sincerità, a pag. 81 mi fa dire con un corsivo quello ch' io non ho mai detto, che *i fenomeni della rugiada su i corpi metallici sono per me incomprensibili.* Egli se l'ha inventato di tutta pianta. Invece con la Tavola VII. delle mie Osservazioni nel Bim. VI. 1831 (vedi in fine di questo Volume) ho mostrato con uno sperimento fatto co'l mercurio, non esser vero quanto suppongono Wells e i suoi seguaci, che i metalli, come poco irraggianti il calore, conservino alla notte una temperatura superiore a quella di altri corpi, e che per questo non si coprano di rugiada. La stessa Tavola mostra che il mercurio si copriva molto bene di rugiada. A pag. 475 del sopradetto Bimestre, e quì sopra a pag. 35, analizzando la mia Tavola, ho concluso fra le altre cose, essere imaginaria una legge stabilita da Wilson, che il mercurio di notte conservi una temperatura media fra l'aria e la sabbia.

Non è poi vero che i metalli manchino affatto di rugiada e di brina: errore questo che il sig. Bellani ripete a pag. 79 dei citati suoi scritti. Invece se ne coprono meno di molti altri corpi. Ma quando ne hanno, sia pure in poca quantità, questo basta perchè non sia più vera la spiegazione che si vuol dare alla ipotesi di Wells. Converrebbe, secondo quella spiegazione, che ne fossero affatto privi.

In quanto poi alla difficoltà che hanno i metalli di coprirsi di rugiada e di brina, ho mostrato a pagi-

ne 203. 204 e 475 degli Annali dello stesso anno 1831, e 1832, pag. 40-41, e quì sopra a pag. 16. 34. 49, che ciò dipende da una loro proprietà, che ho scoperta non notturna, ma che hanno anche di giorno: quella cioè di volatilizzare le molecole d'aqua anche gelata, che vengono con essi in contatto, e di fonderle se sono gelate a temperatura non inferiore a — 2°, 5 per un'azione certamente elettrica, o simile all'elettrica.

Ho anche soggiunto, che la stessa difficoltà non hanno i metalli di coprirsi di brina agli spigoli; che anzi in quelle parti se ne caricano come gli altri corpi: e ciò per un'attrazione elettrica, o simile, che ho pure scoperta esercitarsi dalle punte su le molecole d'aqua gelata giacenti su i metalli: attrazione che ho di nuovo verificata nell'inverno del 1832, ripetendo lo sperimento riferito nel 1831 a pag. 203, e quì sopra a pag. 16. Il sig. Bellani, a cui spiace anche questa mia scoperta, vi sparge sopra del dubio, e mostra desiderio, a pag. 96 del suo ultimo scritto, ch'io non avessi ripetuto lo sperimento.

Negli Annali poi del 1832, pag. 38. 39. 41, e quì sopra a pag. 48-49, ho rimarcato quanto sia contrario alla spiegazione che vien data con la ipotesi di Wells della scarsezza di rugiada e brina su i metalli, il fatto che agli spigoli si carichino di brina; perchè converrebbe supporre in corpi così buoni conduttori squilibrio di temperatura di più gradi tra gli spigoli e il resto del corpo: assurdo questo che insieme con tanti altri viene espressamente sostenuto dal sig. Bellani, giacchè altrimenti bisogna confessar falsa la ipotesi.

Da tutto questo si raccoglie se io possa aver detto quello che in carattere corsivo mi fa dire il sig. Bellani, senza citazione alcuna, che *per me siano incomprensibili i fenomeni della rugiada su i corpi metallici.*

Ancora pochi cenni su le opposizioni ch'egli fa a' miei risultamenti, senza incontrare i fatti da me addotti che li dimostrano. Con una serie di esperienze ho dimostrato, a pag. 198 e seguenti degli Annali del 1831, e quì sopra a pag. 13 e seg., che si sollevano vapori gelati d'aqua, e che precipitano in istato di gelo. Da ciò la formazione della brina in tempo che il suolo è coperto di neve, o pure a temperatura molto bassa anche senza neve: brina che alle volte ascende ad altezze molto maggiori delle ordinarie della rugiada, e che viene portata dalle correnti dell'aria anche su i tetti delle case nelle città: per lo che alle volte, se la corrente è alquanto forte, si trova deposta da una sola parte dei tetti, come è stato osservato a Padova nell'inverno del 1834. Il sig. Bellani a pag. 89 e 90 del suo ultimo scritto nega che possano formarsi vapori gelati d'aqua, imaginando a suo arbitrio che le molecole dei vapori debbano sempre passare per lo stato liquido; e ciò sostiene senza riguardo di contradire a quanto era stato già osservato verso il polo (*Annales de Chimie et de Physique,* Septembre 1821, pag. 38), e ponendo in non cale lo stesso Corso di Fisica del sig. Prof. Belli, ch'egli tanto loda. Nel Volume II. pag. 364 il Prof. Belli, che ha stampato dopo le mie Memorie del 1831, ammette i vapori anche di corpi solidi; ammette che il ghiaccio evapori a temperature molto più basse di 0°; e alle pag. 429. 430. 431 ha inteso determinare anche la tensione del vapore del ghiaccio fino a — 20°: tensione che il sig. Bellani a pag. 89 nega ad ogni vapore al di sotto del gelo.

Il sig. Bellani non ignora queste cose, e scrive negli *Annali di Agricultura* per chi le ignora, solo per deprimere anche in questo rapporto i risultamenti delle mie sperienze.

Che dirò poi della sua asserzione arbitraria, che va ripetendo a pag. 67-77, che le foglie si bagnino di rugiada prima e più copiosamente di sopra che di sotto, senz'addurre nessuna singolare e detagliata osservazione; mentre io ho trovato al contrario, che si bagnano prima sotto che sopra, come ho esposto negli Annali del 1832, pag. 32?, e quì sopra a pag. 44-45. Siccome anche questo è uno dei fatti distruttivi della ipotesi di Wells, il Bellani asserisce il contrario, senz'addurre osservazioni che lo provino; e per elidere le osservazioni mie, null'altro adduce, se non che mi sarò ingannato.

In somma, quando non vi è altro rimedio, egli è disposto a negare anche i fatti e qualunque osservazione.

Ho anche a lagnarmi che alle volte egli mi fa dire quello che non ho mai detto, od áltera i miei detti. Per esempio, oltre il caso quì sopra riferito circa i metalli, che si trova alla sua pag. 81, trovo a pag. 78, che vuole far credere a' suoi lettori, contro verità, ch'io mi sia in parte ritrattato nel mio scritto inserito negli Annali del 1833, pag. 365, e quì sopra a pag. 72 e seg., ove ho parlato delle vane sperienze fatte alle Cordigliere da un Fisico Francese circa l'irraggiamento notturno del calore. Chi volesse riscontrare quel mio scritto, troverà se in nulla io mi sia ritrattato, e quanto sia falsa l'asserzione del Bellani. Così alla pag. 94 trovo che co'l suo terzo corsivo ha alterato quanto ho detto a pag. 179 della mia prima Appendice (vedi quì sopra a pag. 80); e, per coronare l'opera sua, usa anche equívoche citazioni delle mie Memorie, come

a pag. 81, togliendo così ai lettori che lo volessero il riscontro delle medesime. Anche questi sono tutti mezzi di confusione, onde la verità non sia rivelata.

Conclusione. Credo di avere servita la scienza difendendo la verità perseguitata, non solo co'l proprio suo lume, ma co'l mostrare ancora che chi con tanta insistenza la combatte, la conosce già dalle mie Memorie, e n'è convinto, sì come manifestano gli stessi mezzi che adopera per offuscarla.

## Sopra la grandine straordinaria caduta in Padova il giorno 26 Agosto 1834. Nota del Dott. Ambrogio Fusinieri.

(Inserita negli *Annali delle Scienze ec.* dell'anno 1834, pag. 236.)

Di quel grave disastro, che ha colpita tutta la Città di Padova, ha già parlato a bastanza la Gazzetta di Venezia, per quanto può interessare la curiosità degli uni e la sensibilità degli altri. Per la scienza si è presentato un grandioso fenomeno da richiamare ben utili osservazioni. Io era absente, e non ho potuto a queste concorrere. Dal solo signor Dott. Lorenzo Casari, Supplente alla Catedra di Fisica nell'I. R. Licéo di Vicenza, il quale a quel momento si trovava per le vie di Padova guarentito nella persona dai portici di cui quella Città tanto abonda, ho potuto raccogliere notizie interessanti per la scienza.

Egli sta compilando una detagliata Memoria, che sarà stampata nel successivo Bimestre V. degli Annali; e fratanto d'intelligenza con lui espongo qui i fatti principali ch'egli mi ha comunicati, aggiungendovi alcune riflessioni mie proprie.

Il signor Casari alla caduta di una grandine così straordinaria non ha udito che tre soli colpi di scariche elettriche: due muti, ed uno fragoroso.

I più grossi pezzi di grandine che ha esaminati appena caduti erano rotondi, e grossi 17 centímetri circa; i minori erano di 2 centímetri. Fra questi due estremi ve n'erano di tutte le misure intermedie. Quei grossi volumi e le lastre, di cui dirò quì sotto, vengono a contrastare singolarmente con le contradanze imaginate da Volta fra nube e nube.

La caduta della grandine era fitta, mescolata con pioggia, secondo l'ordinario, e durò venti e più minuti primi.

La ordinaria costruzione dei pezzi, a partire dal solito nucleo centrale che si dice nevoso, ma ch'è duro quanto il rimanente, era formata d'una serie di strati alternati trasparenti, e bianco-opachi, duri questi quanto i trasparenti. Lo strato esteriore era sempre trasparente.

Questa osservazione di strati alternati io l'avea già fatta molti anni addietro (vedi gli Annali del 1831, pag. 37, e quì sopra a pag. 4) sopra grossi pezzi di grandine caduti presso a Vicenza; e nel giorno 27 Agosto di quest'anno, susseguente al disastro di Padova, ho ripetuta la stessa osservazione sopra pezzi di grandine caduti assai rari, ma grossi come uova, da un ammasso di nubi temporalesche, le quali minacciavano a Vicenza un disastro simile a quello di Padova.

Il signor Casari contò fino a 7 e 9 di que'strati alternati nei più grossi pezzi di grandine caduti a Padova, e dice averne trovati numeri eguali anche nei pezzi inferiori, con ristrettezze proporzionali. Ma in quelli che da me furono esaminati nei tempi andati, e nel giorno 27 Agosto caduti a Vicenza, non ho trovato più di quattro o cinque strati, compreso il nucleo centrale.

Quella stratificazione alternata bianco-opaca e trasparente, la quale, secondo le accennate osservazioni, si dee ritenere per costante nei grossi pezzi di grandine, viene a confondere non poco la presunzione di chi azzardò finora la spiegazione della grandine con le misere ed imperfettissime cognizioni che si hanno circa le cause delle meteore. E per parlare di una recentissima spiegazione stampata in quest'anno a Pesaro dal signor Matteucci, ove si fa ad esporre la insufficienza di tutte le anteriori nel presentare la sua, l'Autore mostra d'ignorare la ora esposta stratificazione alternata, perchè non ne fa parola; e tenendo conto del solo

nucleo centrale bianco-opaco, ch' egli chiama *nevoso,* fa nascere la grandine a suo modo, come se tutto il resto fosse sempre trasparente. E di più egli suppone tali cause, le quali importerebbero formazione di grandine d' estate in tutti i giorni e in tutti i luoghi.

Ciò sia detto soltanto per far comprendere che finora non vi sono nel proposito se non che dei vaneggiamenti, senza colpa per altro di alcuno, fuorchè quella di non voler comprendere la grande imperfezione delle nostre cognizioni circa le cause delle meteore, e la loro insufficienza a spiegare il fenomeno di cui ora si tratta.

E non solo riguardo a questo fenomeno, ma anche riguardo ai più ordinarj, vi è tale ignoranza, che la fisica degli átomi sapienti di quà giù non è giunta per anco a sapere nè il perchè le nubi restino sospese in aria, nè il perchè si risolvano in pioggia.

Si vegga quanto ho detto circa le nostre ignoranze meteorologiche negli Annali del 1831, pag. 31, e quì sopra a pag. 1 e seg.

Il sig. Casari mi ha riferito insieme, che alcuni pezzi rotondi, grossi tre centímetri circa, non solo erano privi della suddetta stratificazione alternata, come già in generale n' è priva la grandine che non sia di dimensioni alquanto straordinarie, ma che inoltre erano privi anche del nucleo centrale bianco-opaco, avendo in suo luogo delle bollicine d' aria o di un gas qualunque imprigionato. Ecco un'altra singolarità assai notabile, che viene a confondere i sistemi, e segnatamente quello recentissimo del sig. Matteucci, secondo il quale non vi potrebbe essere grandine senza il nucleo nevoso.

Ma i sistemi vengono ad essere ancora più confusi da un' altra singolarissima osservazione del signor Casari, che alcuni pezzi di gelo caduti, in luogo di essere globosi, aveano la forma di lastre. Alcune erano circolari o ellittiche, altre erano di figure irregolari. Le prime aveano gli strati alternati trasparenti, e bianco-opachi concentrici. Ma alcune di queste avendo l'orlo ingrossato, a questo solo era confinata l'alternativa degli strati, ed il mezzo sottile delle lastre era trasparente. Quelle poi di figure irregolari aveano gli strati alternati irregolarmente disposti; ma queste lastre irregolari aveano un' altra singolarità, di ritenere aderenti ad una faccia pezzi di ghiaccio prismatici quadrangolari, con una delle loro facce molto minori delle tre altre; e terminavano tali prismi in punte piramidali. Erano intrecciati fra loro, ed inclinati alla superficie della lastra, ove aderivano, di 45° circa.

Tutto ciò viene non solo a contradire i sistemi imaginati su la formazione della grandine, e a rendere singolarmente ridicole le contradanze di Volta, ma anche a contradire la supposta costanza di forma cristallina del ghiaccio, e sopra tutto il sistema di Haüy delle costanti forme cristalline, secondo la chimica composizione delle sostanze.

Di fatto negli Annali di Fisica e Chimica di Parigi, Ottobre 1822, pag. 155, fu annunciato che la forma cristallina del ghiaccio non era mai stata determinata; ma che finalmente Clarke in Inghilterra nel 1821 avea trovata l'aqua congelata in cristalli romboidali, con gli angoli di 120° e di 60°, e che questa era la forma primitiva, secondo il sistema di Haüy. Poi la Biblioteca di Ginevra nel 1825, Fascicolo di Genajo, pagina 97, annunciò prima essere stata osservata la cristallizzazione dell' aqua in esaedri regolari; il che corrisponde alla disposizione della neve di rivestire la forma esagona. E soggiunse, che anche in Francia in una ghiacciaja sotterranea si erano formati cristalli perfetti di ghiaccio sotto forma esagona; poi addusse, ch'era stata osservata l' aqua congelata in perfette romboidi, com'era stato detto dal Giornale di Parigi, per sovraposizione di lamelle di rombi che avevano gli angoli di 60° e di 120°.

La osservazione del signor Casari di prismi quadrangolari con una faccia molto minore delle altre, confrontata con le suddette altre osservazioni di forme ora romboidali, ora esaedre, viene a mostrare quanto sia incostante la forma cristallina dell' aqua.

Per altro il medesimo signor Casari vide attaccati alle superficie di alcuni globi di grandine dei cristalletti esaedri, ma incompleti.

Finalmente egli ha osservato, che in alcuni pezzi di ghiaccio vi erano verso il nucleo delle sostanze straniere all' aqua. Avendo tenuto in un fazzoletto bianco uno di que' pezzi, si è sgelato; e quel nucleo lasciò su 'l fazzoletto una macchia con un pulviscolo, che mostrò di essere magnetico, perchè qualche molecola fu attirata dalla calamita. Fra quelle molecole ne osservò alcune che aveano un colore giallastro-lucido, e tutto l' aspetto di solfuro di ferro.

Le sue osservazioni in questo proposito non furono spinte più oltre, ma sono analoghe a quelle fatte da altri. La Biblioteca Universale di Ginevra del 1821, Settembre, pag. 78, annunziò una grandine caduta in

Irlanda nello stesso anno con noccioli di solfato di ferro; e il *Bulletin* di Ferussac del 1830, Sez. I., Marzo, pag. 235, riferì la caduta in Russia di una grandine che avea per noccioli dei piccoli aeroliti, nei quali l'analisi chimica scoprì, oltre la silice, l' allumina ec., gli ossidi di ferro e di manganese, e lo zolfo.

Questi fatti vengono a manifestare un'analogía tra la formazione della grandine e quella degli aeroliti, come ho rimarcato negli Annali del 1831, pag. 35, e quì sopra a pag. 3. E siccome ognuno conviene che la formazione degli aeroliti è affatto misteriosa, la detta analogía somministra una ragione di più, oltre le esposte, per mettere da canto tutti i sistemi formati per la spiegazione della grandine, e che sono figli non solo d'imperfettissime cognizioni circa le cause delle meteore, come si è detto, ma anche figli d'imperfettissime osservazioni. Imperocchè basta quì rimarcare, che tutti i Fisici di Gabinetto che si sono occupati di tale spiegazione, e che vantarono tutti, chi più, chi meno, anche osservazioni proprie; quando si fanno a parlare della causa, la determinano in modo, come se sola grandine cadesse, mentre lo stato suo ordinario è d'essere mista alla pioggia: del che non fanno calcolo alcuno; e per questa sola circostanza deesi rigettare a primo tratto ogni sistema che non renda conto come cadano ad un tempo aqua liquida ed aqua gelata.

Del resto, se si presentano di rado nella grandine nuclei aerolitici notabili e visibili, resta da esaminarsi se forse nei nuclei bianco-opachi, che non mancano quasi mai, quelle sostanze metalliche terrose e solforose vi esistano in maggior copia condensate, che nel resto dei grani e nella semplice pioggia: il che ha della verosimiglianza, e dev'essere deciso non dagli occhi, ma dall' analisi chimica.

L'ultima osservazione del signor Casari, e le altre analoghe quì sopra citate, mostrano evidentemente che nelle nubi temporalesche vi sono terre, zolfo e metalli; e già anche senza la grandine, nelle aque di pioggia, massimamente dei temporali, l'analisi chimica scoprì la presenza di tali sostanze, come ho accennato negli Annali del 1831, pag. 37, e quì sopra a pag. 2. Ecco debellato un altro sistema di quelli che non vorrebbero nell'atmosfera di straniero all'aria se non che l'aqua, e qualche altro gas diverso dall'aria; e che fanno resistere ad ogni volatilizzazione e ad ogni trasporto in alto i metalli, ed altri solidi che chiamano *fissi*, o sia che rendono fissi con la loro imaginazione.

Ho già trovato che nelle folgori vi è materia ponderabile grandemente divisa, e fra questa in un modo distinto il ferro e lo zolfo (vedi Giornale di Pavía del 1827, pag. 357. 448, ed il Vol. II. pag. 11-24; e gli Annali del 1831, pag. 291. 365, ed il Vol. II. pag. 24-40); sicchè stando al fatto, e prescindendo da esseri imaginarj, a cui si attribuisce la forza di trasporto spontaneo e di espansione per negarla alla materia attenuata, le folgori altro non sono che ammassi di quelle materie attenuatissime in istato di incandescenza, di chimiche azioni e reazioni, e di violentissimo trasporto; come per altre mie sperienze le scintille delle macchine elettriche altro non sono che gruppi di molecole in istato d'incandescenza e di combustione. (Vol. II. pag. 4-11). Perciò tutto quello che attesta la presenza nelle nubi di quelle sostanze che ho trovato nei fulmini (come sono appunto anche le osservazioni circa i nuclei metallici solforosi e terrosi della grandine) viene a confermare, che da niun'altra parte procedono le stesse sostanze, se non che dalle medesime nubi, d'onde le folgori si scaricano.

---

## Circa il preteso raffreddamento notturno dei corpi al di sotto dell'aria per irraggiamento del calore negli spazj celesti. Del Dott. Ambrogio Fusinieri.

(Memoria inserita negli *Annali delle Scienze ec.* 1836, pag. 92.)

---

1.° Diede motivo a questo scritto un Articolo relativo delle Istruzioni concernenti la Fisica del Globo, che il sig. Arago ha estese per un viaggio del naviglio francese *la Bonite*, inserite nella *Bibliothèque Universelle*, Septembre 1835, pag. 50.

Le sperienze fatte su'l calore raggiante mostrano quanto debole debba essere la sua forza per trapassare l'aria quando è oscuro e di basse temperature. Non si comprende quindi come una parte sensibile del

calore notturno dei corpi terrestri, anche di bassissime temperature, come nelle regioni polari, potesse oltrepassare tutta l'atmosfera, cioè più millia d'aria e di vapori, per recarsi nel firmamento. Ammessa anche la *foible vertu rayonnante d'un ciel serein*, di cui parla Arago; ed ammesso d'altro canto, come si fa, che l'aria di notte sia un immenso emporio di calore non raggiante; la perdita assai lenta che facessero per irraggiamento i corpi terrestri sarebbe di continuo compensata dall'aria in modo, che non vi sarebbe squilibrio di temperatura fra quelli e questa. In tal caso precipita, come si vedrà, il principale argomento che viene addotto in prova dell'irraggiamento notturno dei corpi.

Inoltre, per la debolezza della forza raggiante di quel calore, dovrebbe o in tutto o in massima parte restare assorbito nella profondità dell'atmosfera; sicchè in luogo di recarsi al firmamento non farebbe che riscaldare la stessa aria: altrá ragione, per cui non avverrebbe l'imaginato squilibrio di temperatura fra l'aria ed i corpi.

Fu Wells il primo a dedurre da fallaci esperienze un raffreddamento notturno dei corpi al di sotto dell'aria, aggiungendovi anche ad arbitrio, che sia per tutta la notte di tale quantità da ridurre continuamente l'aria al contatto co'i corpi al di sotto della sua saturazione di vapor aqueo. In tal modo, secondo lui, la rugiada è l'aqua contenuta nell'aria anche di giorno, che di notte precipita su i corpi.

Più che a bastanza ho dimostrato ne' miei scritti inseriti negli Annali delle Scienze (e quì sopra) l'errore di quella spiegazione, contraria a tutti i fatti che presenta quel notturno fenomeno; e ho dimostrato insieme che la rugiada procede dal vapore che di notte ascende dal terreno più caldo dell'aria soprastante, il quale si condensa e si attacca ai corpi freddi come l'aria.

Sarebbe sempre questa la vera causa della rugiada, dimostrata dai fatti, comunque fosse del supposto irraggiamento notturno. Ma ora parlerò anche di questo con la scorta di quelle medesime sperienze che stabilirono falsa la detta teoría del Fisico Inglese.

Il sig. Arago, che abbraccia senza esperienze proprie, come fecero tutti gli altri, quanto Wells fece credere del notturno irraggiamento, nel suo scritto non parla punto di rugiada, come se non esistesse; benchè sia questa la parte precipua della favola, a cui fu diretto il mal dedotto freddo d'irraggiamento. Sembra dunque che il Fisico Francese ammetta una sola parte di quella teoría.

Io mi propongo di esaminare i fondamenti che vengono ripetuti dal sig. Arago del preteso freddo notturno per irraggiamento, e di convincerli d'errore co'l mezzo di fatti che non furono osservati nè da Wells, nè da nessuno de' suoi seguaci.

2.° Il primo argomento che riporta l'Autore consiste in questo. A cielo sereno un termometro collocato di notte sopra l'erba d'un prato segna 6°, 7° ed anche 8° centígradi meno di un altro simile sospeso nell'aria *a qualche elevazione dal suolo*. Wells *ha provato in mille maniere* che quella ineguaglianza di temperatura ha per causa la *debole virtù raggiante del cielo sereno.*

Noto in primo luogo le indeterminazioni e le inesattezze di questo argomento riguardo al fatto.

La qualche elevazione dal suolo, che l'Autore non determina, fu sempre di quattro e più piedi d'altezza. Veggasi quanto ho detto circa le sperienze di Wells negli Annali del 1831, pag. 465, e quì sopra a pag. 28; 1832, pag. 23; e circa le consimili di Boussingault alle Cordigliere negli stessi Annali del 1833, pag. 366, e quì sopra a pag. 72-74.

L'erba su la quale si collocava il secondo termometro per servire di confronto co'l superiore a quell'altezza, fu sempre erba corta (piota). Se l'erba è alta, gli effetti che si ottengono, come si vedrà quì sotto, sono tali che distruggono ogni idea del supposto freddo per irraggiamento.

La differenza fra i due termometri, riferita da Arago, è una esaggerazione. Ripetute sperienze, che riferirò quì sotto, mi hanno dato sempre una differenza minore.

In fine le *mille maniere* di provare di Wells è un'altra esaggerazione. Partendo egli dalla supposizione, che da quattro o più piedi d'altezza fino al suolo la temperatura dell'aria sia uniforme, ha concluso che il termometro a quell'altezza segni la temperatura dell'aria; e che l'altro su l'erba segni la temperatura della stessa erba; quindi che questa sia più fredda dell'aria soprastante: d'onde l'irraggiamento del calore dell'erba negli spazj celesti.

Questo è il primo argomento che il sig. Arago intende di riportare. Ma se sarà provato dalle mie sperienze, di cui riferirò quì sotto i risultamenti, che la temperatura dell'aria da quattro o cinque piedi d'altezza fino al suolo, o fino all'erba, lungi dall'essere uniforme, è rapidamente decrescente; se sarà provato che prima di giungere al fondo dell'erba od al terreno l'aria è più fredda del fondo della stessa erba e della

superficie del terreno; se sarà provato che il termometro su l'erba o su'l terreno è più caldo di un altro un poco sollevato; se sarà in fine provato che un termometro in contatto del terreno segna un medio di temperatura fra il caldo del primo strato del suolo ed il freddo del primo strato d'aria incumbente: quando, dico, tutto questo sarà provato, sarà anche distrutto quel primo argomento di Wells, che il sig. Arago riporta in prova del raffreddamento notturno dei corpi al di sotto dell' aria per irraggiamento del calore negli spazj celesti.

3.° L'Autore prosegue con le sperienze di Pictet, provanti che di notte calma e serena *fino a certe altezze* si osserva una progressione crescente di temperatura. Ma quali sono le altezze sperimentate da Pictet? Un termometro (dice Arago) sospeso nell' aria a due metri dal suolo può segnare tutta la notte 2° a 3° centigradi meno di un altro alto da 15 a 20 metri. Ecco anche quì omesso di considerare le temperature dell' aria discendendo dai due metri sino al suolo. Se si avesse sperimentato con una serie di termometri dai due metri di altezza fino al suolo, come ho fatto io, e come riferirò di nuovo quì sotto, si avrebbe trovato che la temperatura di quello strato d'aria, grosso due metri, è rapidamente decrescente dall' alto al basso, e molto più rapidamente che al di sopra da 15 o 20 metri sino a due metri; si avrebbe trovato che tanto più è rapido il decremento, quanto più si si avvicina al suolo; e non si avrebbe quindi confuso, come fecero Wells e gli altri, la temperatura dello strato sottile d'aria prossimo al suolo con la temperatura dell' erba e della superficie del terreno: confusione che ha partorito l'errore di credere l'erba e la superficie più fredda dell' aria soprastante; errore che ha condotto all' altro di credere ad un tanto irraggiamento di calore oscuro e di basse temperature sino al firmamento.

4.° Arago poi si accinge a spiegare il decremento di temperatura dell' aria dall' alto al basso, osservato da Pictet, con l'irraggiamento dei corpi alla superficie della terra. Alla lunga (egli dice) dee l'aria partecipare del loro raffreddamento. In questo modo conviene con quello che ho detto di sopra (n.° 1), che non vi potrebbe essere squilibrio di temperatura fra l'aria ed i corpi. Ma nello stesso tempo viene a distruggere il primo argomento che riferisce di Wells, per provare il freddo per irraggiamento notturno dedotto dalla differenza dei due termometri, uno su l'erba e l'altro a certa altezza. Imperocchè quando l'erba non ha diversa temperatura dell' aria che la tocca, anche il termometro su l'erba segna la temperatura dell' aria; e svanisce quindi quella differenza fra erba ed aria, con la quale si volea provare l'irraggiamento del calore. Egli dunque versa in questa implicanza: che quando si tratta dell' irraggiamento, il termometro su l'erba segna una temperatura propria di questa diversa da quella dell' aria; e quando si tratta di spiegare il decremento di temperatura dall' alto al basso, non vi è più differenza fra l'erba e l'aria.

5.° Súbito dopo l'Autore invita i giovani navigatori a dare *il carattere di vera dimostrazione* a quella sua spiegazione del decremento di temperatura dall' alto al basso nell' aria, co'l ripetere la esperienza di Pictet in pieno mare, paragonando un termometro su'l ponte della nave con un altro in cima dell' albero. Ecco ancora non considerati gli strati d'aria più bassi di due metri, ove sopra terra vi è un più rapido ed il massimo decremento. Ma, dopo aver loro fatto quell' invito, li avverte, che siccome a misura che il primo strato dell' Oceano si raffredda dee profondarsi per la maggiore gravità specifica, così non troveranno la progressione di temperatura atmosferica che si trova sopra terra; *il termometro* (dice egli) *su'l ponte e quello su l'albero segneranno presso a poco lo stesso grado*: il che forma una singolare implicanza con la sua aspettativa, che quei due termometri fossero per dare carattere di vera dimostrazione alla sua spiegazione del fatto osservato da Pictet. In ogni modo egli assicurò sempre la sua partita, giacchè o l'una o l'altra delle sue contradittorie predizioni troverassi avverata.

Il male poi è, che se i giovani navigatori sperimentano di notte sopra terra con un termometro a certa altezza, ed uno alla superficie, crederanno, dietro gli avuti insegnamenti, di riportare in patria le prove del notturno irraggiamento e della diafaneità atmosferica; e invece non riporteranno che le differenze di temperatura fra i due strati d'aria, com' è provato dalle mie sperienze.

6.° L'Autore parla sempre di corpi solidi, quando attribuisce loro il freddo di notturno irraggiamento; e si vede la ragione di escludere i liquidi da quanto ha detto riguardo all' Oceano, che lo strato superiore discende a misura che si raffredda. Ma dovea rammentarsi che il supposto freddo d'irraggiamento fu applicato anche alla spiegazione del ghiaccio artificiale delle Indie; nel qual caso vi è nei vasi piccola altezza d'aqua. Negli Annali del 1831, pag. 39 e seg., e quì sopra a pag. 54-56, analizzando le fatte sperienze in proposito di quel ghiaccio, ho mostrato che la sua produzione dipende non da irraggiamento dell' aqua, ma dal massimo freddo del primo strato d'aria in cui si trova quell' aqua. Quindi è, che quel ghiaccio non si

forma più, per poco che s'inalzino i vasi dal suolo, giacchè allora entrano súbito in uno strato d'aria più caldo. Il gelarsi dell'aqua soltanto presso terra, e non più ad una certa altezza anche piccola, era un fatto bastante per avvertire che quel ghiaccio non poteva essere un effetto di notturno irraggiamento.

7.° In prova ulteriore del preteso freddo d'irraggiamento Arago adduce, sempre dietro a Wells, il seguente argomento.

Un riparo che copra di notte dei corpi solidi impedisce che si raffreddino, perchè intercetta i raggi di calore che andrebbero nel firmamento. Le nubi fanno lo stesso effetto.

Si vesta di piuma di cigno il bulbo d'un termometro, e si collochi sopra una tavola in luogo dove sia libero l'aspetto del cielo. Un secondo termometro a bulbo nudo *sia sospeso a qualche altezza dal suolo. Un riparo lo guarentisca da ogni irraggiamento verso lo spazio.* Wells in Inghilterra trovò il termometro su'l tavolo più freddo dell'altro di 8°, 3 centígradi.

Da tutto questo si vuole dedurre, che i corpi scoperti si raffreddino per irraggiamento più dell'aria, e di quel tanto, se sono di una sostanza molto emittente. Ma invece in tutto questo non vi sono che inesattezze, equívoci ed errori, come passo a mostrare.

In primo luogo un coperchio da vicino, o le nubi, non solo impediscono che i corpi si raffreddino, come dice Arago, ma producono anzi un pronto riscaldamento. Le nubi od una ombrella da vicino fanno prontamente ascendere i termometri. L'effetto delle nubi di riscaldare prontamente lo avea notato lo stesso Wells. Ma si veggano inoltre le osservazioni relative di Wilson e mie negli Annali del 1832, pag. 63 - 65, e quì sopra a pag. 57 - 60, dalle quali risultano questi due fatti importantissimi per le loro conseguenze, come ho rimarcato nella pag. 59 e seguenti. L'uno, che i termometri sospesi in aria tanto più si riscaldano alla comparsa delle nubi, quanto più sono vicini al suolo. L'altro, che il primo strato di terreno, per esempio grosso due pollici, non si riscalda punto alla comparsa delle nubi; meno poi gli strati più profondi. Veggasi poi l'effetto prodotto su i termometri da una ombrella negli stessi Annali del 1832, pagina 306 e seguenti, e quì sopra a pag. 67 e seg.; esperienza di cui parlerò novamente quì sotto.

Il pronto riscaldamento, e molto sensibile, che soffrono i corpi in una notte calma e serena, se vengono coperti da un riparo, o alla comparsa delle nubi, e tanto più secondochè sono vicini a terra, esclude che ne sia causa l'impedito irraggiamento negli spazj celesti; imperocchè l'impedito irraggiamento non importerebbe che un impedito raffreddamento ulteriore; e ciò anche nel caso che l'irraggiamento fosse intercettato totalmente: il che non farebbero mai le nubi.

Il sig. Arago, parlando del notturno coperchio sopra i corpi, dice soltanto quello che secondo la teoría dovrebbe produrre; cioè *empêche qu'ils ne se refroidissent:* e lascia da canto il fatto essenziale, che invece riscalda prontamente e notabilmente i corpi, perchè questo non è spiegabile con l'impedito irraggiamento. Ecco in qual modo si sostengono i sistemi.

8.° Se mai si volesse dire che il pronto riscaldamento dei corpi, che vengono di notte coperti, provenga dall'aria in contatto con loro, la quale conservi una più alta temperatura, vi sta contro tutto quello che distrugge il primo argomento, di cui ho di sopra parlato, essendo invece dimostrato dalle mie sperienze, che quel freddo che si attribuiva alla superficie terrestre è invece freddo del primo strato d'aria che vi sta sopra. In secondo luogo la spiegazione sarebbe tosto convinta da una esperienza del Prof. Zantedeschi, riferita negli Annali del 1833, pag. 102, e quì sopra a pag. 70-72. In alcune notti rugiadose collocò ad immediato contatto con l'erba un sacco di tela incerata, con entro una grossa tavola di noce, e pose due termometri gemelli, uno alla superficie inferiore, l'altro alla superiore del sacco. Trovò costantemente che l'inferiore segnava tre gradi più del superiore. Niuno certamente dirà che quei tre gradi di calore procedessero dalla pochissima aria restata sotto il sacco, la quale avesse una temperatura superiore a quella dell'erba.

9.° Da che dunque procede il pronto riscaldamento che soffrono i termometri di notte serena quando vengono coperti, e vie più secondochè vicino a terra è il coperchio, come nel caso di Zantedeschi? La risposta nasce da sè stessa, quando si ponga mente al vapore notturno che di notte ascende continuamente dal terreno, caldo come il terreno da cui esce, e molto più caldo dell'aria soprastante: vapore ch'è dimostrato dai tanti fatti delle mie Memorie (vedi gli Annali del 1831, pag. 449-482, e quì sopra a pag. 18-38); vapore da cui procede anche la genesi della rugiada, e che non è più messo in controversia nè pure da chi ha preteso con tanti sforzi di non conoscerlo come causa della rugiada. Quel caldo vapore, tratenuto dal coperchio, riscalda l'aria ed i corpi che stanno di sotto; ed è per questo che i termometri prontamente ascendono, e vie più secondochè sono vicino a terra, e secondochè sono da presso coperti.

Siccome le nubi fanno in parte lo stesso effetto di un coperchio, l'analogía vuole ch' esse pure vengano a riscaldare l'aria co 'l tratenere i vapori, i quali agendo per repulsione da parte vicina a parte vicina, devono produrre a basso lo stesso effetto, come un coperchio vicino. Si veda inoltre quanto ho detto in proposito negli Annali del 1832, pag. 309, e quì sopra a pag. 57.

D' altronde, come dissi, le nubi non impedirebbero che una sola parte del calore raggiante; e lungi dal produrre riscaldamento, non farebbero che diminuire il raffreddamento ulteriore; e tanto meno, quanto più sono rarefatte. Invece la esperienza mostra che anche le nubi molto diradate producono un pronto riscaldamento.

Ora ben si comprende il perchè nella esperienza di Wells, che il sig. Arago riporta, il termometro su 'l tavolo, coperto di piuma di cigno, debba essere più freddo di un altro sospeso nell' aria, ma coperto. *Un écran le garantira* (egli dice) *de tout rayonnement vers l'espace.* Ma invece è chiaro che la differenza dei due termometri dipende non già da irraggiamento di quello posto su 'l tavolo, ma dal calore che concepisce l' aria all' altro contigua dal vapor caldo che ascende dal terreno, e ch' è tratenuto dal coperchio.

Siccome Arago non determina l' altezza del secondo termometro *(à quelque hauteur)*, ma però esige che il coperchio gli tolga ogni aspetto del cielo, per soddisfare a questa condizione è necessario o che il termometro sia molto vicino a terra, o che il coperchio sia molto grande. In ambidue i casi dev' essere molto notabile il riscaldamento recato dal vapore terrestre tratenuto sotto il coperchio.

Da ciò si comprende quanto varia debba essere la differenza fra i due termometri in quella inconcludente sperienza, secondochè variano le loro altezze, che nè pure si esigono eguali, e l'ampiezza del coperchio, anche poste le stesse circostanze locali di umidità e riscaldamento diurno del terreno. Se poi cangiano anche queste, non vi è più límite alle variazioni della detta differenza da un'esperienza all' altra.

Quindi si comprende quanto sia lontana dall' essere il tipo di tali esperienze la differenza di 8°, 3, che si attribuisce a quella di Wells, di cui non constano le suddette determinazioni.

Il sig. Arago accenna che nelle regioni equinoziali siano stati trovati risultamenti minori; di che egli si sorprende, per essere tanto vantata la purezza di atmosfera di quelle regioni. Ma quella esperienza, in luogo di misurare la purezza dell' atmosfera, altro non fa che misurare il calore che il vapore del terreno porta sotto il coperchio, dov' è il secondo termometro.

10.° Resta a cercare quali influenze possano avere il vestimento di piuma di cigno che si dà al secondo termometro, ed il tavolo sopra cui è collocato il primo.

In quanto al tavolo, ho sperimentato che termometri vestiti di cotone e di lana, postivi sopra, erano d'accordo con altri termometri egualmente vestiti, e sospesi alla medesima altezza fuori del tavolo (vedi la Tav. VI. del Bim. VI. 1831 degli Annali, posta in fine di questo Volume). Dunque il tavolo non importava differenza veruna; e se la importasse per essere molto grande, ciò non sarebbe che con l'impedire l'azione del vapore ascendente su lo strato d'aria sopra il tavolo.

In quanto ai vestimenti di lana e di cotone, ho trovato quello che segue (vedi le Tavole V. VI. di detto Bimestre, poste in fine di questo Volume, e quanto ho dedotto a pag. 463-468, e quì sopra pag. 27 - 30).

Alle altezze di 3 e 4 piedi i termometri nudi divenivano più caldi dei vestiti di 0°, 5; 1°; 1°, 3: ma alle volte non vi era differenza veruna, come nella Tav. V.

Le maggiori differenze avvenivano al sopragiungere di una sensibile agitazione d'aria, e diminuivano co 'l cessare di questa.

Le agitazioni d' aria portavano un riscaldamento generale nei termometri, e più tardi nei vestiti, che nei nudi.

Questi fatti mi fecero conoscere che le marcate differenze procedevano dalle agitazioni dell' aria, le quali bene spesso sono anche insensibili al tatto, e le insensibili devono essere frequentissime. Vale a dire: le agitazioni, mescolando gli strati superiori più caldi con gl'inferiori più freddi, portano riscaldamento nei termometri; e siccome il vestimento di lana o di cotone impedisce in parte la rinovazione d'aria attorno il bulbo del termometro, questo al sopragiungere di un'agitazione d'aria deve riscaldarsi meno di un altro nudo.

Laonde le differenze che ho trovato erano effetti non d'irraggiamento della lana e del cotone più che del vetro, ma di riscaldamento dei termometri nudi più dei vestiti.

Le differenze poi che ho trovato sono molto lontane da quelle asserite da Wells, e poscia anche esaggerate da'suoi seguaci senza esperimenti proprj. Io dubito molto che Wells abbia confuso i riscal-

damenti più pronti recati ai termometri nudi dalle agitazioni dell' aria, co' i supposti raffreddamenti maggiori dei termometri vestiti.

Ma già quando non regge in genere la prima supposizione della teoría, che i corpi di notte calma e serena si raffreddino più dell' aria, non può reggere nè meno la seconda, che i corpi differiscano fra loro per le diverse facoltà emittenti di calore; imperocchè hanno invece tutti la temperatura comune con l'aria.

Il fondo adunque della questione sta nel primo punto; ed ora non resta se non che io riassuma i risultamenti delle mie Tavole di esperienze, i quali dimostrano quanto sia chimerica la prima supposizione.

11.° Le prime sette Tavole, di cui parlo, si trovano nel Bim. VI. 1831 degli Annali; la ottava è nel Volume del 1832, pag. 306 (vedile in fine del presente Volume, e la VIII. a pag. 66).

La Tavola I. presenta una serie di osservazioni fatte in più notti successive dei mesi di Genajo e Febrajo 1831 a temperature sotto il zero, essendo il suolo coperto di neve, il cielo sereno, e l'aria tranquilla. Ecco i risultamenti.

1. Dall' altezza di piedi 14 e pollici 9 dalla superficie della neve, fino all' altezza di pollici 9. 1/2 dalla stessa superficie, la temperatura era decrescente di 3° e 4° R., secondo le diverse notti.

2. Da pollici 9. 1/2 fino a pollici 2. 1/2 dalla superficie della neve la temperatura era la stessa.

3. Un termometro in contatto con la superficie della neve era più caldo di quei superiori, e la differenza variava da un grado a mezzo grado.

4. Un termometro profondato sotto la neve uno o due pollici era più caldo degli altri collocati alle altezze di pollici 2. 1/2 e 9. 1/2 dalla superficie della neve. La differenza variava secondo le diverse notti da 5° a 5°, 3.

5. Il termometro in contatto con la superficie era di 5°, e 2°, 5 più freddo di un altro profondato uno o due pollici sotto la neve; sicchè quello alla superficie partecipava molto più del freddo dell' aria superiore di quello che del caldo della neve sottoposta.

6. L' aria all' altezza di piedi 14 e pollici 9 dalla superficie della neve era anche più fredda del suddetto primo strato sottile di neve di 2°, 8; 1°, 8; 1°, 4; 0°, 1; secondo le varie notti.

La Tavola II. presenta osservazioni fatte nel corso di una notte serena e tranquilla del mese di Luglio 1831 circa le temperature del primo strato d'aria sopra il terreno nudo, grosso uno o due pollici; e circa le temperature dei primi strati di terreno grossi 1, 2, 6 pollici. Eccone i risultamenti.

1. Nel corso della notte si raffreddarono progressivamente tutti quegli strati d'aria e di terreno, e in questo il raffreddamento era minore secondo la profondità.

2. A due pollici di profondità il terreno fu sempre più caldo dell' aria a due pollici di altezza di 4° e 6° R., secondo le diverse ore.

3. Nell' aria fra un pollice e due pollici di altezza non vi fu differenza.

4. Nel terreno da un pollice a due di profondità vi fu maggior calore di un grado circa, e da due pollici a sei pollici di profondità vi fu in principio minor calore di 0°, 5; e in séguito maggior calore di 1°, 5 e 3° pe 'l maggiore raffreddamento progressivo dello strato superiore.

5. Un termometro in contatto con la superficie del terreno fu più caldo dell' aria a due pollici d'altezza di 1°; 2°; 2°, 8; 0°, 5; 0°, 4, secondo le varie ore; e fu più freddo del primo strato di terreno a due pollici di profondità di 3° e 4°. Sicchè, come nel caso della neve, il termometro alla superficie del terreno segnò un medio di temperatura fra il caldo del primo strato di terreno e il freddo del primo strato d'aria, partecipando più di questo che di quello.

La Tav. III. comprende osservazioni termometriche fatte di giorno negli stessi strati d'aria e di terreno, le quali non riguardano l'oggetto di cui ora si tratta.

La Tavola IV. presenta una serie di osservazioni in più notti serene e tranquille, e per più ore in ciascuna notte, nei mesi di Agosto ed Ottobre 1831, con termometri collocati in contatto del terreno nudo, in contatto a' piedi dell' erba di recente tagliata, e ad un pollice di altezza sopra il terreno nudo. I risultamenti sono i seguenti.

1. Nel corso della notte si raffreddavano progressivamente l' aria, la superficie del terreno e l' erba.

2. Il termometro in contatto con la superficie del nudo terreno fu costantemente più caldo di un grado e di un grado e mezzo, che il termometro ad un pollice di altezza sopra lo stesso terreno.

3. Il termometro a' piedi dell' erba di recente tagliata fu mezzo grado più freddo, o alla stessa tem-

peratura, o anche mezzo grado più caldo, di un altro collocato ad un pollice di altezza sopra il nudo terreno.

In questa oscillazione di confronto si può ritenere che a'piedi dell'erba di recente tagliata la temperatura fosse presso a poco la stessa che ad un pollice di altezza sopra il terreno nudo.

Quindi si può anche ritenere che il termometro in contatto al fondo dell' erba fosse più freddo di un grado e di un grado e mezzo dell'altro in contatto co 'l nudo terreno. La causa riesce evidente da ciò, che il terreno sotto l' erba di giorno viene meno riscaldato; e da ciò, che la stessa erba è poco conduttrice del calore. Per lo che un termometro in contatto a'piedi dell' erba corta partecipa del freddo del primo strato d' aria, ancora più di un termometro collocato alla superficie del nudo terreno.

La Tavola V., nelle sue parti relative all'oggetto presente, porge, nel corso di un'altra notte calma e serena di Ottobre 1831, i seguenti risultamenti.

1. Nel progressivo raffreddamento generale notturno un termometro a'piedi dell' erba corta era più freddo di 2°, 5; 3°; 3°, 5 di un altro all'altezza di piedi 4 e pollici 9.

Secondo il terzo risultamento della Tav. IV. la temperatura a'piedi dell'erba doveva essere presso a poco la stessa che quella dell' aria ad un pollice di altezza sopra il nudo terreno.

2. In corrispondenza a quel decremento di temperatura, discendendo da quell' altezza di piedi 4 e pollici 9 fino al suolo, la stessa Tavola mostra che due termometri, alti piedi 2 e pollici 7, e piedi 1 e pollici 9, dal fondo dell' erba, mentre erano d'accordo fra loro, erano più freddi 1°, 3; 0°, 5; 1°, 5 di quello alto 4 piedi e 9 pollici.

3. Un altro termometro, alto un piede, era più freddo di quello superiore di 2°; 0°, 5°; 1°, 5.

4. Un altro, alto dal fondo dell'erba soltanto 7 pollici, era più freddo del più alto di 2°, 3; 1°; 1°, 5; 2°, 5, secondo le varie ore.

Quindi vi fu un aumento progressivo di freddo secondo le altezze da piedi 4 e pollici 9, discendendo fino al suolo.

5. La stessa Tavola presenta una singolarità, che alle ore 7 pomeridiane i termometri alti piedi 4 e pollici 9, piedi 2 e pollici 7, piedi 1 e pollici 9, e piedi 1, erano tutti d' accordo, segnando 11°. Ciò dev'essere proceduto da agitazione sopragiunta nell'aria, che abbia mescolato gli strati, e tolta la gradazione di freddo dall'alto al basso: mescolanza che avea anche diminuita la differenza a 7 pollici di altezza, senza toglierla del tutto. Degli effetti di riscaldamento procedenti dalle notturne agitazioni dell'aria ho già parlato di sopra.

La Tavola VI. nel corso di un'altra notte calma e serena del Novembre 1831 presenta risultamenti consimili.

1. Nel progressivo raffreddamento generale un termometro alto piedi 4 e pollici 11 dal suolo era più caldo di un altro alto 3 piedi di 1°, 2; 0°, 7; 0°, 5.

2. Lo stesso termometro superiore era più caldo di un altro alto piedi 1 e pollici 3 di 1°, 2; 1°, 7; 1°.

3. Lo stesso superiore era più caldo di uno alto 6 pollici dal suolo di 2°, 2; 1°, 7; 1°.

4. Finalmente un termometro in contatto a'piedi dell'erba corta era più freddo di quello alto 4 piedi e 11 pollici di 2°, 7; 4°, 4; 2°, 5.

Dunque anche la Tavola VI. presenta un progressivo raffreddamento nell'aria di più gradi, discendendo da piedi 4 e pollici 11 fino al suolo.

Le Tavole V. e VI. presentano il progressivo freddo dell'aria, discendendo da 4 a 5 piedi d'altezza fino al suolo coperto d'erba, senza quel passaggio dal freddo al caldo dall'altezza di un pollice o due sino al contatto che ha luogo sopra la neve e sopra il nudo terreno, secondo le Tavole I. II. IV. Del che la causa fu dichiarata dal terzo risultamento della Tavola IV., cioè perchè il fondo dell'erba ha presso a poco la stessa temperatura dell'aria sopra il nudo terreno ad un pollice di altezza.

La Tavola VII. poi mostra che anche sopra il suolo coperto d'erba un termometro ad un pollice o due di altezza è ancora più freddo di un altro in contatto. Ecco i risultamenti relativi all'oggetto presente in una notte calma e serena del Dicembre 1831.

1. Un termometro alto dal suolo piedi 4 e pollici 9 era più caldo di due altri fra loro d'accordo, uno alto piedi 2 e pollici 10. 1/2, l'altro alto piedi 2 e pollici 3. Le differenze progressive nel corso della notte furono: 0°, 3; 0°, 5; 0°, 8; 0°, 5; 0°, 2.

2. Lo stesso termometro superiore fu più caldo di un altro a pollici 6. 1/2 dal suolo di 1°, 7; 1°; 2°; 1°, 5; 1°, 7.

3. Lo stesso superiore fu più caldo di un altro ad un pollice di altezza dal fondo dell'erba di recente tagliata di 2°, 7; 3°, 7; 4°, 3; 4°, 7; 3°, 9.

4. Lo stesso superiore fu più caldo di un altro in contatto al fondo dell'erba di 2°; 3°; 2°, 7.

Ecco dunque anche sopra l'erba corta ripetuto il fenomeno presentato dalle Tavole I. II. IV., che un termometro ad un pollice o due di altezza dal suolo è più freddo di un altro in contatto con lo stesso suolo; o sia ripetuto il fenomeno, che il primo straticello d'aria è il più freddo di tutto.

5. In conformità ai segni termometrici la stessa Tavola VII. con le sue annotazioni mostra che ad un pollice di altezza dal fondo dell'erba la rugiada era gelata, mentre súbito di sotto, cioè al fondo dell'erba, era ancor liquida; com'era liquida anche al di sopra di quel primo straticello d'aria.

6. La stessa Tavola mostra che a pollici 6. 1/2 di altezza la temperatura era ancor maggiore di quella del termometro in contatto co'l fondo dell'erba: il che è conforme a quanto presentano le Tavole V. e VI., ove, come si è veduto, termometri alti 7 e 6 pollici erano alquanto più caldi di quelli collocati al fondo dell'erba.

La Tavola VIII. degli Annali del 1832, a pag. 66 di questo Volume, comprende osservazioni fatte in una notte calma e serena del Maggio 1832 sopra un prato che aveva l'erba alta da un piede e mezzo a due piedi.

Quattro furono i termometri adoperati: uno a livello delle cime dell'erba, ov'era alta un piede e mezzo; un secondo a sette pollici di altezza dal fondo dell'erba; un terzo a due pollici e due linee; un quarto in contatto co'l terreno al fondo dell'erba. Quest'ultimo si mantenne sempre più caldo di tutti nel progressivo raffreddamento generale, perchè non poteva essere investito dal freddo dell'aria, e risentiva, molto più che nei casi dell'erba tagliata corta, il calore del terreno.

1. A due pollici e due linee di altezza dal fondo dell'erba il freddo fu súbito molto notabile. Le differenze di minore temperatura a quell'altezza in confronto del fondo dell'erba furono: 1°, 8; 2°, 7; 3°, 2; 3°, 5; 3°, 7; 3°, 5; 3°, 3.

2. Alla piccola altezza di due pollici e due linee vi sarebbe stato il massimo freddo, se l'erba fosse stata corta, secondo i risultamenti delle Tavole I. II. IV. VII.; ma nel caso attuale si vede che a quella piccola altezza agiva alquanto il calore del terreno trasmesso dall'erba: imperocchè il massimo freddo delle quattro posizioni fu all'altezza di sette pollici, ove il termometro fu più basso dell'altro al fondo dell'erba di 2°, 5; 3°, 5; 4°; 3°, 8; 3°, 7; 3°, 5; 3°, 8; 3°, 6.

3. Finalmente il quarto termometro, co'l bulbo a livello delle cime dell'erba, risentendo del calore dell'aria a quell'altezza di un piede e mezzo, fu più caldo degli altri due alle altezze di due pollici e due linee, e di sette pollici. Però fu ancora più freddo di quello collocato al fondo dell'erba in contatto co'l terreno, il quale risentiva in gran parte il calore dello stesso terreno, partecipando poco del freddo superiore dell'aria. Le differenze di minore temperatura alle cime dell'erba in confronto del contatto co'l suolo furono di 2°; 2°, 5; 2°, 3; 2°, 5; 2°; 2°, 8; 2°, 5.

4. Un'ombrella che coprì i termometri li fece tutti ascendere prontamente. Le differenze in 15 minuti giunsero ai termini seguenti: quello al fondo dell'erba crebbe di 1°; quello alto due pollici e due linee, di 0°, 7; il terzo, alto sette pollici, di 0°, 7; il quarto, a livello delle cime, di 0°, 2.

5. Tolta la ombrella, i termometri in 15 minuti si abbassarono di nuovo: quello al fondo dell'erba si è abbassato di 1°, 5; il secondo, alto due pollici e due linee, di 1°; il terzo, alto sette pollici, di 1°, 3; il quarto, alle cime dell'erba, di 1°, 2.

6. È molto notabile che il riscaldamento prodotto dalla ombrella sia stato maggiore nelle minori distanze dal suolo co'l *maximum* in fondo dell'erba: il che è conforme all'effetto prodotto dalle nubi, secondo le osservazioni di Wilson e mie (n.° 7.); e finisce di stabilire una perfetta analogía tra gli effetti di quelle e di qualunque coperchio vicino.

7. Tolta la ombrella, ciascuno dei quattro termometri ha perduto in 15 minuti il triplo e più di quello che aveva perduto in due ore di tempo prima che fosse collocata la ombrella: il che pure è molto notabile per le conseguenze.

## CONCLUSIONI.

Raccogliamo in fine il quadro degli argomenti ch' emergono dagli esposti risultamenti delle mie sperienze, contro il supposto freddo di notturno irraggiamento dei corpi alla superficie terrestre al di sotto dell' aria soprastante.

1.° Qualunque sia la terrestre superficie, o di neve, o di terra nuda, o di erba, nelle notti calme e serene il primo strato comunque sottile, per esempio d' uno o due pollici di grossezza, ha maggior calore di più gradi del primo strato d' aria soprastante, comunque anche questo sottile, cioè di uno o due pollici di grossezza.

Un termometro collocato in contatto della superficie o della neve, o del terreno nudo, o in fondo dell' erba, segna una temperatura media fra il caldo del primo strato di terreno o di neve, e il freddo del primo strato d' aria, partecipando però più di questo che di quello, a misura che il bulbo è dall' aria investito. Dunque anche la superficie estrema o della neve, o del terreno, sia nudo, sia d'erba ricoperto, è più calda del primo straticello d' aria.

È tuttora ignota la causa, per cui si mantenga costantemente per tutta la notte, quando è calma e serena, quello squilibrio di temperatura, e di più gradi, fra il primo straticello di terreno o di neve, e il primo straticello d' aria.

Non vi è dunque irraggiamento alcuno di calore che raffreddi in quelle notti la superficie della neve o del terreno, o ciò che vi sta sopra, al di sotto dell' aria soprastante. Tale supposizione è precisamente il rovescio del fatto, giacchè dà per caldo quello ch'è freddo (l'aria), e per freddo quello ch'è caldo (la superficie od uno strato comunque si voglia sottile del terreno).

2.° Ascendendo dal primo straticello d' aria fredda, come si è detto, all' altezza di quattro o cinque piedi, si trova nelle stesse notti un aumento di temperatura, prima assai rapido alle piccole altezze, poscia più lento; cosicchè a quell' altezza l' aria è sempre di molti gradi più calda del primo strato sottile presso terra.

Quindi un termometro a quell' altezza segna una temperatura notabilmente superiore a quella di un altro poggiato su la superficie della neve, o del terreno, sia nudo, sia ricoperto d' erba corta, perchè questo partecipa molto del freddo del primo straticello d' aria.

Da questo confronto è nato l' errore di credere che la superficie della neve e del terreno sia più fredda dell' aria soprastante, prendendo per temperatura della superficie della neve o del terreno quella che appartiene invece al primo strato d' aria; e prendendo la falsa misura della temperatura dell' aria soprastante a quattro o cinque piedi d' altezza, come se da quell' altezza fino al suolo la temperatura fosse uniforme.

Queste false misure delle temperature hanno partorita la falsa teoría, che nelle notti calme e serene la superficie terrestre, ed i corpi che vi stanno sopra, si raffreddino più dell'aria soprastante per irraggiamento notturno del loro calore negli spazj celesti.

3.° Chi volesse spiegare con l' irraggiamento notturno della superficie terrestre o della neve il decremento di temperatura dell' aria, che si trova, ascendendo dal suolo, prima assai rapido, poscia più lento, incorrerebbe nell' assurdo, che la superficie comunicasse all' aria quel freddo che non ha essa medesima; che desse cioè quello che non ha.

E se si spingesse l' assurdità del sistema fino ad isolare la superficie dalla terra o dalla neve, o dai corpi a cui appartiene (come alcuno ha fatto), per fare la superficie di quel tanto più fredda degli stessi corpi a cui appartiene; sarebbe tosto convinto dal fatto, che un termometro che tocca quella superficie è più caldo di un altro sollevato uno o due pollici: sicchè il massimo freddo è dell' aria, e non della superficie.

D' altronde una superficie (ente geometrico) non può avere temperatura diversa da uno strato comunque sottile del corpo; e le sperienze provano che súbito sotto la superficie, la neve ed il terreno sono più caldi dello strato comunque sottile d' aria superiore.

Lo spiegare il freddo dell'aria con un supposto freddo, comunque superficiale, della neve e del terreno, oltr' essere contrario ai fatti, sta anche in contradizione con la ipotesi del freddo d' irraggiamento della neve, del terreno e dei corpi al di sotto dell'aria. È lo stesso che rinunziare a tutte le sperienze, con le quali dalle differenze dei segni termometrici si è preteso dedurre l' aria più calda della superficie terrestre.

Quando fosse vero che il freddo dell' aria dipendesse dal freddo di quella superficie, riuscirebbe indiscernibile questo da quello; quindi sarebbe un precario assoluto il freddo della superficie, se anche non vi fossero le mie sperienze che lo dimostrano un errore.

4.° Secondo i risultamenti della Tavola VIII. delle mie sperienze, qui sopra riferiti (n.° 11.), due termometri inviluppati nell' erba di un prato alta un piede e mezzo, e collocati a pollici 2. 1/2 e 7 dal suolo, erano di alcuni gradi più freddi d' un terzo al fondo dell' erba, e d' un quarto a livello delle cime. A quelle altezze di pollici 2. 1/2 e 7 dal suolo, essendo tolto tanto ai termometri quanto all' erba l' aspetto celeste dagl' inviluppi laterali e superiori della stessa erba, non può quel freddo procedere da irraggiamento del calore nello spazio celeste. Secondo la teoría dell' irraggiamento, il termometro più freddo avrebbe dovuto essere quello a livello delle cime dell' erba, che godeva il libero aspetto celeste: invece era più caldo degli altri due più bassi, e coperti d' un piede e più d' inviluppi d' erba.

5.° Il pronto riscaldamento che avviene tanto sotto le nubi, quanto sotto un coperchio vicino a terra, deve avere una medesima causa. Dunque determinata questa in un caso, lo è anche nell' altro.

Se le nubi o il coperchio impedissero il supposto irraggiamento del calore, non farebbero che rendere stazionaria la temperatura: accadendo invece un riscaldamento molto sensibile e pronto, non è dunque effetto d' impedito irraggiamento di calore.

6.° È falsa la spiegazione che alcuno vorrebbe dare di quel pronto riscaldamento che avviene alla presenza delle nubi o di un coperchio con la maggiore temperatura che abbia l' aria in confronto della superficie terrestre e dei corpi; imperocchè quella maggiore temperatura è dimostrata falsa dalle cose superiori, ed è anzi provato che l' aria è più fredda. Tale spiegazione è poi anche implicante con l' altra di far derivare il freddo dell' aria da supposto freddo della superficie terrestre; imperocchè il calore che si manifesta alla presenza delle nubi o di un coperchio non potrebbe derivare dall' aria che fosse già raffreddata come quella superficie.

Il riscaldamento accadendo anche sotto un coperchio collocato immediatamente sopra il suolo, come nella sperienza di Zantedeschi (n.° 8.), la poca aria interposta fra il coperchio ed il suolo non avrebbe calor proprio bastante da produrre quell' effetto.

7.° Se il riscaldamento che avviene alla presenza delle nubi o di un coperchio fosse in qualunque modo effetto d' impedito irraggiamento, si riscalderebbe per primo uno strato comunque sottile sotto la superficie terrestre, quello cioè che si vuole che si raffreddi per raggi. Invece le sperienze mostrano che la temperatura del primo strato di terreno resta inalterata (n.° 7.); cosicchè è soltanto l' aria soprastante che si riscalda, comunicando il calore ai corpi in essa sospesi. Non è quindi effetto d' impedito irraggiamento dei corpi.

8.° Il riscaldamento di cui si tratta è maggiore, secondochè gli strati d' aria sono più vicini al suolo (n.° 7). Di più, coprendo con una ombrella l' erba alta un piede e mezzo (n.° 11.), il massimo riscaldamento è avvenuto in fondo dell' erba.

Tutto questo è inesplicabile con la supposizione dell' impedito irraggiamento: anzi come il fondo dell' erba non poteva irraggiare liberamente nè meno senza ombrella, la presenza di questa non avrebbe sensibilmente influito su la temperatura del fondo dell'erba.

Il fatto poi qui sopra notato (n.° 11.), parlando della mia Tavola VIII., che i termometri inviluppati in quell' erba alta, ed anche il più basso in contatto co 'l suolo, tolta la ombrella abbiano perduto in 15 minuti il triplo e più di calore di quello che avevano perduto in due ore di tempo prima che venissero coperti, è un fatto in tutti i sensi contrario al supposto irraggiamento come causa del raffreddamento.

9.° Al contrario è fuori d' ogni dubio, per un grandissimo numero di fatti, che di notte ascende continuamente dal terreno vapor d' aqua più caldo dell' aria soprastante (n.° 9). Accumulandosi quel vapore sotto un coperchio, necessariamente dee riscaldare l' aria sottoposta, e tutto ciò che in essa giace.

Quindi quanto più esteso è il coperchio, o quanto più è vicino al suolo, più si riscalda l' aria soggetta.

Quindi si riscalda l'aria, e non il terreno, nè pure nel primo strato, perchè questo ha già la stessa temperatura del vapore che esce.

Quindi si riscaldano di più gli strati d' aria vicini al suolo, perchè il vapore tratenuto è più caldo appena uscito, di quello che superiormente, dopo aver trapassata maggiore estensione d' aria fredda.

Quindi per la stessa ragione in fondo all' erba alta il vapore tratenuto dee riscaldare di più che superiormente.

Quindi tolto il coperchio tornano a raffreddarsi prontamente l'aria ed i corpi che ne sono circondati, perchè lasciata libera l'ascensione al vapore, è tolta la causa perenne del riscaldamento; e l'aria fredda d'intorno, che irrompe in quello spazio, stabilisce ben tosto la primitiva temperatura.

La facilità con cui si rende ragione di tutte le circostanze del fenomeno co'l mezzo del vapor caldo che ascende dal terreno, e che viene tratenuto da un coperchio, conferma che questa sia la causa; mentre l'altronde un vapor caldo tratenuto dee necessariamente portare quell'effetto.

Si comprende anche facilmente, che mentre un fluido specificamente più leggero ascende per maggiore temperatura, questa non si equilibri co'l mezzo che trapassa, e che quel calore si difonde di più nello stesso mezzo, quando l'ascensione aerostatica viene impedita.

Le nubi portano lo stesso effetto di un coperchio vicino, e l'analogía vuole che lo operino nello stesso modo, cioè diminuendo l'ascensione aerostatica del vapor caldo che esce dal terreno. Così si spiega ancora che la presenza delle nubi diminuisca la evaporazione del terreno, com'è di fatto.

Quando si riflette alla forza repulsiva ch'esiste fra le parti del vapore, si comprende che le superiori tratenute devono respingere in giù le vicine inferiori; e che così da vicine a vicine l'azione impediente dee giungere sino a terra, e quindi produrre lo stesso effetto, come un vicino ostacolo all'ascensione.

10.° Del resto non dee sorprendere se nei fenomeni meteorologici vi sono ancora dei misterj. Ma in luogo di fabricar cause imaginarie si devono dedurle dai fatti, se si può, con legitime conseguenze, od altrimenti sospendere il giudizio.

Un esempio ne porge anche l'attuale argomento nel freddo del primo strato d'aria in confronto del primo strato del suolo. Non si sa nè la causa di quel freddo massimo presso al suolo, e decrescente prima rapidamente, poi lentamente dal basso in alto; nè si sa come per tutta la notte serena si mantenga così da vicino quello squilibrio di temperatura.

Con le teoríe di gabinetto, dedotte da esperienze in vasi chiusi, non si rende completa ragione dei fenomeni atmosferici riguardo all'aria ed ai vapori. Bisogna sperimentare ed osservare all'aperto, senza preoccupazioni di sistemi. Ma i lunghi sperimenti notturni in aperta campagna non sono fatti per le comodità dei Professori.

Le sperienze di Wells, su le quali è stata fondata la teoría del freddo notturno dei corpi al di sotto dell'aria per irraggiamento del calore, sono inesatte ed imperfette. Egli ha omesso di rilevare fatti che stanno direttamente contro quella teoría, come ho dimostrato.

Su le sue sperienze e su le sue deduzioni ha riposato la massima parte dei Fisici, ed una teoría seducente la imaginazione ebbe una facile accoglienza.

Quei pochi che hanno ripetute le sperienze furono ligi alle regole del Fisico Inglese, come ha suggerito di fare ora anche Arago ai giovani navigatori della *Bonite*. Le sperienze non furono variate, e non fu esplorato quello ch'egli ha omesso di esaminare. Quindi con la preoccupazione della teoría fu creduto di trovare risultamenti conformi.

---

## Aggiunta alla Memoria circa il preteso raffreddamento notturno dei corpi al di sotto dell'aria per irraggiamento del calore negli spazj celesti, inserita nel Bimestre II. del 1832 a pag. 92, e quì sopra a pag. 98. Del Dott. Ambrogio Fusinieri.

(Inserita negli *Annali delle Scienze del Regno Lombardo-Veneto* del 1836, pag. 120.)

---

Dopo allestita quella Memoria, mi giunse alle mani il Fascicolo di Novembre 1835 della *Bibliothèque Universelle,* ove si trova il reso-conto d'una parte del Trattato del matematico signor Poisson, relativa al calore terrestre. Termina il reso-conto co'l trascrivere a pag. 307 un pezzo, dove l'Autore ripete la teoría di Wells tanto riguardo al preteso freddo notturno per irraggiamento, quanto riguardo alla

pretesa formazione della rugiada con l'aqua di saturazione già contenuta nell'aria. Ma il riassunto della teoría è modellato in modo, che viene ad alterarla in gran parte riguardo alla genesi della rugiada; e deduce *a priori* delle conseguenze da quella teoría, senza curare di sperimentarle (giacchè la sublimità matematica a tanto non si abbassa), le quali sono precisamente il contrario dei fatti.

Dopo le cose che ho esposte di sopra riguardo al preteso freddo d'irraggiamento, ed accennando in aggiunta alcuni fatti riguardo alla rugiada, i quali l'Autore mostra di non conoscere, mi è facile rilevare gli errori che racchiude un tale Articolo.

L'Autore parte, come al solito, dal falso principio, che di notte il preteso irraggiamento raffreddi più la terra che l'aria. *L'échange* (pag. 307) *de chaleur avec les couches supérieures de l'atmosphère refroidit la terre plus rapidement que la couche d'air inférieure, dont la température ne s'abaisse principalement que par le contact de la terre.*

Tutto questo è a rovescio del fatto, come si è veduto nella suddetta mia Memoria. Di notte calma e serena la terra, comunque sottile si prenda il suo primo strato superficiale, è continuamente più calda dell'aria che la tocca, e di più gradi. In conseguenza il freddo dell'aria non può procedere dal suo contatto con la terra.

Il medesimo falso principio, che il freddo notturno della terra sia maggiore di quello dell'aria, avea servito anteriormente all'Autore (pag. 289) a stabilire che la temperatura media del primo strato d'aria coincida quasi esattamente con quella della superficie del suolo; e ciò perchè (pag. 290) *les différences en plus qui ont lieu quelquefois pour le sol, comme nous venons de le voir* (cioè di giorno), *sont compensées par celles en moins qui résultent pour la surface de la terre, du refroidissement qu'y occasionne le rayonnement nocturne.* Essendo falso che la superficie della terra sia di notte più fredda dell'aria, è quindi erroneo anche il sistema di eguaglianza delle due temperature medie, e tutto quello che vi è fabricato sopra.

Con lo stesso principio, che la superficie terrestre si raffreddi per irraggiamento più dell'aria soprastante, l'Autore intende spiegare anche il freddo di quell'aria soprastante, che decresce secondo le altezze. Arago, come si è veduto, dà la stessa spiegazione; ma egli attende che i navigatori della *Bonite* gli riportino il carattere di dimostrazione.

Risultando dalle mie sperienze, di cui ho riferito i risultamenti, che il primo strato sottile d'aria è molto più freddo del primo strato sottile di terreno o di neve, e più freddo della stessa superficie; e che un corpo collocato alla superficie, come un termometro, partecipa ad un tempo e del caldo della superficie e del freddo del primo strato d'aria: è impossibile che il maggior freddo di questa venga da quella superficie.

Di più, converrebbe anche supporre tanto forte l'irraggiamento notturno della superficie, che fosse atto a raffreddare la grande massa d'aria per tutta l'altezza in cui il freddo decresce: altezza che Poisson prende, in via d'esempio, di dieci metri, ma che dev'essere molto maggiore; e che fosse atto inoltre a conservare alla stessa superficie durante tutta la notte un freddo maggiore, che si vuole essere di 6°, 7°, ed anche 8° al di sotto della temperatura dell'aria.

Se tanto forte fosse l'irraggiamento da produrre nelle prime ore della notte quella differenza, come si pretende, la differenza sarebbe progressivamente tanto crescente nel corso della notte, che diventerebbe enorme: il che sta contro i fatti.

Tutto questo non è che assurdo, trattandosi di calore oscuro e di bassa temperatura, di cui l'irraggiamento non può essere che debolissimo, come lo stesso Arago lo chiama: *foible vertu rayonnante du ciel serein.*

Ho già notato che con la misura di quella pretesa differenza è stato preso per freddo della superficie terrestre il freddo ch'è proprio invece del primo straticello d'aria, ov'è al *maximum*, e al di sopra del quale decresce rapidamente. E questo errore fu preso perchè prima delle mie sperienze nessuno s'imaginava che presso terra vi fosse nell'aria quel rapido decremento di freddo dal basso in alto; anzi supponevasi che da quattro a cinque piedi d'altezza sino al suolo la temperatura fosse uniforme.

Si domanderà da che venga dunque il freddo, decrescente secondo le altezze, dell'aria contigua al suolo, se non viene dalla superficie di questo; e come sia possibile che si mantenga per tutta la notte uno squilibrio di temperatura di più gradi fra il primo strato sottile d'aria e il primo strato sottile di terreno.

Rispondo, che il freddo dell'aria non viene certamente dal suo contatto co'l terreno, per la ragione semplicissima che questo è sempre più caldo di più gradi.

Rispondo in secondo luogo, che quel continuo squilibrio fra i due strati sottili e contigui d'aria e di terra è un fatto dimostrato dalle otto Tavole di mie osservazioni, di cui ho riferito nella suddetta Memoria i

risultamenti: osservazioni fatte in varie stagioni, in varie circostanze, e per molte ore successive in ciascuna notte. Vi dev'essere certamente un'azione continua, che a cielo sereno tenga raffreddata l'aria più della terra; e tale azione è ancora ignota. Ma per essere ignorata non si dee per questo ammettere l'assurdo, che quel freddo dell'aria venga dalla superficie terrestre, ch'è più calda.

Parlando della rugiada, l'Autore parte dal fatto di decremento dall'alto al basso della temperatura notturna dell'aria sopra terra; ma questo non era il principio di Wells. Siccome la diminuzione di temperatura diminuisce la sua capacità di contenere il vapore preesistente, il sig. Poisson conclude che questo dee precipitare allo stato liquido, e formare la rugiada.

Preso, per esempio, uno strato d'aria alto dieci metri, *sa température* (egli dice a pag. 308), *sera croissante de bas en haut dans cette hauteur d'une dizaine de mètres.... On sait que la quantité de vapeur qui peut être contenue dans l'air diminue avec sa température; celle que renfermait d'abord cette couche d'air, si elle approchait beaucoup de son* maximum, *se précipitera donc à l'état liquide, et formera la rosée.*

Si rifletta dunque, ch'egli fa dipendere le precipitazioni della rugiada dalla temperatura che acquista di notte quello strato d'aria, e che la fa quindi precipitare per tutto lo strato. Due conseguenze da ciò. L'una, che fa dipendere la precipitazione della rugiada dal puro fatto del decremento notturno di temperatura dall'alto al basso; e siccome, comunque sia la causa di quel decremento, l'effetto ch'egli ne fa derivare sarebbe sempre lo stesso, così egli rende indipendente la rugiada dal supposto irraggiamento notturno. L'altra conseguenza è, ch'egli cangia essenzialmente la ipotesi di Wells e de' suoi seguaci. Non vogliono già che la rugiada precipiti nell'intiero strato d'aria, alto dieci e più metri, ma soltanto alla superficie dei corpi, i quali suppongono raffreddarsi per irraggiamento più dell'aria stessa.

Anzi non vogliono che al di là delle superficie vi sia una precipitazione, perchè dicono che allora il vapore sarebbe visibile; e di più vogliono che con la rinovazione d'aria attorno le superficie continui per tutta la notte sopra quelle la precipitazione. Il sig. Poisson facendo precipitare il vapore per tutto intiero lo strato d'aria, grosso p. e. dieci metri, toglie loro quel modo di continuazione dell'effetto.

Di più, egli esige che l'aria sia già vicina al suo *maximum* di saturazione; e siccome la rugiada vi è sempre nelle notti calme e serene per quanto l'aria sia secca, nè pure quella condizione si esigeva, secondo la ipotesi di Wells.

L'Autore considerandola non atta alla spiegazione del fenomeno quando l'aria non è molto umida, viene a contradirsi quando la ritiene nella sua generalità.

Con tutti i cangiamenti che ha introdotto nella ipotesi, egli ritiene però sempre l'errore commesso da Wells e dagli altri, di non considerare il vapore notturno che di continuo ascende dal terreno, e più caldo dell'aria soprastante, com'è lo stesso terreno.

La esistenza di quel caldo notturno vapore è dimostrata da tanti fatti esposti nelle mie Memorie negli Annali del 1831 e 1832 (e qui sopra a pag. 18-69), e da più recenti esperienze del Prof. Zantedeschi, riferite negli Annali del 1833, pag. 102 (e quì sopra a pagina 70-72), che non può essere più un oggetto di controversia.

La esistenza di tal vapore decapita la teoría di Wells; e il non considerarlo, come fa ora anche il sig. Poisson, costituisce l'errore principale della teoría.

Posto quel vapore, e posto l'altro fatto, che l'aria è più fredda del terreno a cui sovrasta, qualunque ne sia la causa, è più fredda in conseguenza dello stesso vapore. Dovendo questo in quella condensarsi su i corpi freddi come l'aria, si ha la rugiada indipendentemente da ogni precipitazione del vapore di saturazione preesistente, e indipendentemente anche da ogni supposto notturno irraggiamento del calore dei corpi. Anzi quel vapore sarebbe sempre causa di rugiada, se anche non fosse più caldo dell'aria; imperocchè, uscendo continuamente dal terreno, soprasaturerebbe quella, e il di più precipiterebbe.

Per ultimo il sig. Poisson co'l non considerare quel vapore incorre in fallaci predizioni, che ha tratte dalla teoría, e che concorrono a mostrarne la erroneità.

Nello strato d'aria, che l'Autore suppone grosso 10 metri, ove la temperatura è decrescente dall'alto al basso, il vapore di saturazione è crescente dal basso in alto. La teoría importerebbe adunque che i corpi raffreddati per irraggiamento si bagnassero di rugiada più nelle parti superiori di quello strato, che nelle inferiori.

Questo è appunto ciò che l'Autore predice. *La portion de vapeur qui restera dans cette même couche augmentera de bas en haut à raison de l'accroissement de température; par conséquent si on élève un de ces corps refroidis,*

*ou bien si l'on suspende dans la couche d'air, dont il s'agit, d'autres corps qui se refroidissent par le rayonnement, il s'y déposera une nouvelle rosée d'autant plus considérable, que ces corps seront plus élevés.*

Ma invece il fatto è a rovescio. I corpi tanto meno si bagnano, quanto più sono alti. In qualunque istante della notte la rugiada è decrescente dal basso in alto. Va progressivamente alzandosi nel corso della notte da principio a piccole altezze, poscia a maggiori, conservando sempre quel suo decremento; e vi è un límite non molto distante dal suolo, variabile da una notte all'altra e secondo le stagioni, al di sopra del quale la rugiada manca affatto per tutta la notte. Questi sono fatti incontrastabili, e sono una parte dei tanti che ho addotti come contrarj alla ipotesi, che l'irraggiamento notturno di calore sia causa della rugiada, negli Annali del 1832, pag. 23 e 33, e quì sopra a pag. 41 e 45. Ora il sig. Poisson giustifica i miei ragionamenti di allora, deducendo dalla falsa teoría il contrario di quello che segue in effetto.

In séguito egli parla dei metalli politi, su i quali scarseggia la rugiada; e ne adduce la ragione secondo la teoría, cioè perchè *le rayonnement est très-foible.* Ma questa non è la causa, perchè abondante si attacca la brina ai loro spigoli, come a quelli degli altri corpi; e per quanto ho detto inoltre anche negli Annali dell'anno 1835, pag. 340, e quì sopra a pag. 48 - 50.

L'Autore poi soggiunge (pag. 309): *Mais si une plaque métallique est posée sur la terre refroidie par le rayonnement nocturne, cette plaque se refroidira par le contact avec la terre, et la rosée pourra se déposer sur la surface supérieure.*

Ecco un'altra predizione conseguente alla teoría. Infatti se questa fosse vera, la lastra di metallo posta su la terra si raffredderebbe, e non potrebbe bagnarsi di rugiada che alla superficie superiore.

Ma invece accade il contrario: cioè la lastra di metallo si riscalda e si bagna di rugiada più di sotto che di sopra; perchè la terra è più calda dell'aria, e perchè ascende vapore dal terreno che di notte bagna i corpi.

Ecco le sperienze nel proposito. Il Prof. Zantedeschi ha prima trovato che un sacco di tela incerata, posto di notte sovra un prato, si bagnava alla superficie inferiore più prontamente e più abondantemente che alla superficie superiore. Rinovato lo sperimento, ponendo entro il sacco una grossa tavola di noce, trovò, oltre quel primo effetto, anche l'altro, che la superficie inferiore era tre gradi più calda della superiore (vedi gli Annali del 1833, pag. 101-102, e quì sopra a pag. 70 - 72).

Lo stesso Professore lasciò di notte sopra l'erba cortissima ed asciutta di un prato una lastra di zinco d'un piede quadrato, e trovò dopo molte ore che la superficie inferiore dello zinco nudo era coperta di *rugiada abondantissima, che a guisa di pioggia scorreva;* mentre su la tela cerata, con la quale avea coperta la superficie superiore della lamina, vi era un velo leggerissimo. Identici effetti ottenne con piattelli di stagno, ec. (vedi gli Annali del 1834, pag. 329, e quì sopra a pag. 88).

Dunque ambedue le predizioni del sig. Poisson, conseguenti alla teoría, sono smentite dai fatti: il che porge nuove prove luminose della falsità della stessa teoría.

Anche il sig. Bellani, con altre predizioni conseguenti alla stessa dottrina, e smentite dai fatti, ha dato altre prove della sua falsità: su di che si vegga negli Annali del 1834 l'Appendice al Bim. III. pag. 321 e seg., e quì a pag. 74 e seg.

Restringendo a brevissimi termini la questione, si riduce a questo. Secondo la teoría: *terra più fredda dell'aria, e senza vapore;* secondo i fatti: *terra più calda dell'aria, e con vapore continuo.*

La *Bibliothèque* che s'intitola *Universelle,* e che non dee ignorare quanto ho scritto su la rugiada per esperienze mie proprie, nell'atto di portare in campo l'autorità di Poisson che non ha esperienze sue, per favorire il sistema di Wells, avendo detto *nous croyons être agréables à nos lecteurs,* ha detto il vero, senza prevederlo, anche a mio riguardo; giacchè mi ha procurato il piacere di trovare confermata la verità che ho sostenuta, anche con la fallacia delle predizioni che il Matematico Francese ha tratte dalla teoría del Fisico Inglese.

---

# Osservazioni e sperimenti su la neve. Del Dott. AMBROGIO FUSINIERI

(Memoria inserita negli *Annali delle Scienze ec.* del 1838, Bim. I. pag. 38.)

La scomparsa della neve, che avviene in aperta campagna, sia per fusione, sia per volatilizzazione, dall'intorno dei corpi, e massimamente dei vegetabili più presto che altrove, presenta dei fatti, di cui non si rende ragione con le teoríe ricevute circa la distribuzione del calore. Si devono pur questi annoverare fra i tanti effetti meteorologici, dei quali le cause o sono ignorate del tutto, o non si conoscono che in modi vaghi ed imperfetti. E non solo le cause dei fenomeni straordinarj, ma anche quelle dei più comuni, sono inviluppate da tenebre; e ciò si deve ascrivere principalmente alla mancanza di esatte osservazioni: il che rende difettose le teoríe, le quali rapporto alle meteore non possono formarsi adeguate stando nei gabinetti di Fisica, e nè meno viaggiando, per sottomettere la natura alle teoríe riportate dai Gabinetti.

Gli effetti che sono per descrivere, frequentissimi, ma dai Fisici non considerati, li ho osservati a cominciare dall'anno 1826 e nei successivi, compreso il 1838; sicchè rispetto alla loro verità e costanza in tutti i loro detagli la mia sicurezza non può essere più assoluta. In quanto alle conseguenze si vedrà che i fatti provano la esistenza di un'azione finora ignota, eccitata nei corpi, e principalmente nei vegetabili, dalla luce del Sole.

## § I.

## Della fusione della neve al contatto dei corpi.

1.° Io comincio dal caso più semplice, cioè da quanto avviene alla neve in contatto dei corpi solidi, e che si spiega facilmente co'l principio della comunicazione del calore per contatto, onde passare di poi a quello che avviene in distanza con l'aria fraposta, e considerare se gli effetti di quel caso sieno spiegabili con lo stesso principio della comunicazione del calore per contatto, cioè dai corpi all'aria fraposta, e da questa alla neve. Però anche nel caso più semplice del contatto della neve co'i corpi vi sono degli effetti che non si spiegano co'l suddetto principio, come si vedrà.

O che la temperatura dell'aria a Sole coperto sia superiore allo zero, o che i corpi solidi, su i quali giace la neve, vengano percossi dai raggi diretti del Sole, l'effetto generale è questo: che la neve si sgela molto più presto in contatto di essi, di quello che all'esterno, per azione su d'essa dell'aria, o dei raggi del Sole.

Una prima causa di questa differenza non può essere più evidente. Lo sgelo della neve per contatto dev'essere proporzionale allo stesso contatto, posta la medesima temperatura; quindi maggiore in contatto dei corpi solidi, come molto più densi dell'aria, i quali abbiano acquistata la temperatura dell'aria. E se si tratta di raggi diretti del Sole, la neve con le sue faccette cristalline ne riflette una gran parte; il che è causa della sua bianchezza: ed i corpi solidi ne riflettono meno, ne assorbono di più; e riscaldandosi tanto quanto importa l'assorbimento, la neve dee sgelarsi al loro contatto più che per mezzo dei raggi diretti del Sole.

Quindi si osserva che quando ha nevicato, e ne sono carichi i rami degli alberi, al sopragiungere o di un tepore nell'aria di alcuni gradi sopra lo zero, o meglio serenandosi il cielo, e dardeggiando i raggi del Sole, la neve si fonde e scola precisamente in contatto co'i rami assai più sollecitamente che di sopra e alle estreme loro propagini. In conseguenza cade dai rami nel suo stato naturale: e ciò a causa dello strato liquido formatosi al contatto, che toglie la primitiva adesione della neve solida co'i rami.

Quindi ho più volte osservato che sovra pietre piane orizontali, ed anche sopra un piccolo tetto di latta colorito ad olio, la prima neve a sciogliersi era quella di sotto al contatto; sicchè restava tutto all'intorno distaccata e sollevata, poggiandosi soltanto nel mezzo, ed acquistava di sotto una superficie curva con la convessità rivolta al basso. Fra il piano poi della pietra o di altro, e la neve superiore

ancora inalterata, si formava uno strato compatto e semi-trasparente molto più denso della neve, e alle volte anche duro, o sia vero ghiaccio, per la causa di cui dirò quì sotto.

Lo stesso avviene in contatto di qualunque corpo orizontale o inclinato, compresi i rami degli alberi: si forma sempre fra la neve ed il corpo quell' intermezzo compatto e semi-trasparente; e ciò per la maggiore fusione che soffre al contatto del corpo, di quello che superiormente, o pe'l contatto dell' aria, o per azione diretta dei raggi del Sole.

2.° Ma parliamo dei corpi che giaciono su la neve, invece che esservi sottoposti. Qualunque sia il corpo, piccolo o grande, o vegetabile o minerale, si sprofonda nella neve sgelandola di sotto e all' intorno, e formando delle fosse conformi alla propria figura. Quello poi che sorprende si è, che i corpi più piccoli e più leggeri, massimamente se sono vegetabili, presentano l' effetto proporzionalmente maggiore. Così qualunque paglietta, qualunque foglia, qualunque piccolo stelo agisce di sotto e all' intorno a sgelare la neve più di quello che faciano in proporzione corpi maggiori. Nell' inverno del 1830, essendo la neve alta due piedi e mezzo, le foglie più leggiere e più piccole si erano sprofondate fino a terra, lasciando nella neve le tracce delle loro discese: e pure la neve ad una certa profondità era resa compatta e dura. Qualunque sasso, qualunque pezzo di terra cotta forma delle fosse; ma i piccoli sassolini si profondano più dei maggiori. In generale i vegetabili operano maggiore effetto che le sostanze inorganiche. Niuno certamente attribuirà tali effetti all' azione della gravità.

Delle azioni proporzionalmente maggiori su la neve, secondo che i corpi sono piccoli, si parlerà più distintamente nel § II. Fratanto si continui a parlare di ciò ch'è immediatamente dovuto alla temperatura dell' aria comunicata ai corpi, ed al calore da essi concepito per azione diretta dei raggi del Sole.

3.° Un effetto distinto dell' azione che esercitano i raggi di luce assorbiti dai corpi a disgelare la neve l'ho ottenuto ponendovi a giacere dei quadretti di carta nera, in parte con la superficie nera di sopra, in parte a rovescio; e ponendovi di confronto eguali quadretti di carta bianca, e inoltre pezzi di panno-lino bianco e pezzi di calce. Essendo di giorno, i pezzi di carta nera si sprofondavano in breve tempo, formando delle fosse parallelepípede che aumentavano rapidamente di altezza, e più le carte che aveano il nero di sopra. Anche a cielo coperto si profondavano, ma con rapidità minore. Al contrario i suddetti corpi bianchi nello stesso tempo appena aveano cominciato a fare su la neve delle impressioni leggiere, ed il progresso del loro sprofondamento era assai lento.

Collocando su la neve varj corpi, come pietre, mattoni, lastre di vetro, o verticali o sdrajate, tutti nello spazio di alcune ore si profondavano più o meno, sgelando la neve per un certo tratto anche d' intorno; e ciò avveniva anche a cielo coperto, benchè con maggiore lentezza. Il vetro era il meno attivo in confronto degli altri corpi, perchè, come diafano, assorbiva minore quantità di raggi; però le lastre verticali si profondavano assai bene. Le verghe di legno si profondavano meno di quelle di ferro; ma al contrario formavano fosse più larghe, cioè sgelando di più la neve d' intorno: il che è notabile per le cose ulteriori.

Un pezzo di ghiaccio fatto a cilindro, estratto da un vaso di legno, e collocato su la neve, non si sprofondava, nè sgelava la neve d' intorno; e ciò perchè il ghiaccio si fonde superficialmente se la temperatura lo porta, ma non è atto a riscaldarsi.

4.° Avviene spesso che nel progresso dello sgelamento della neve, anche fuori del contatto dei corpi, o per temperatura dell' aria o per azione diretta dei raggi del Sole, le nuove parti che si sgelano, congelano altre parti vicine ch' erano prima liquefatte, prendendo da queste il calorico necessario alla propria liquidità, che si rende latente.

Quindi se la temperatura non è alta a bastanza per produrre un rapido disgelo, si osserva che la nuova neve che si sgela o sopra i rami degli alberi, o su le pietre, rende duro e vero ghiaccio quel primo strato semi-trasparente prodotto dalla prima fusione di contatto, del quale ho parlato al n.° 1.

Così si osserva che la neve su 'l terreno, e ch' è in attualità di disgelo o per la temperatura dell' aria, o per azione dei raggi del Sole, rende gelato uno strato di terreno sottoposto ch' era sgelato al cadere della neve, e che tale si era sempre conservato finchè non era cominciato il disgelo superiore della neve.

Se si riempie di neve un vaso di terra verniciato, e si colloca in una stanza anche all' oscuro, ove la temperatura sia dai + 4° ai + 5°, la neve diminuisce grandemente di volume nell' atto di sgelarsi: il primo suo disgelo avviene al fondo e alla parete del vaso, dal quale si distacca; poi quella che non è sgelata si riduce in un corpo solo alquanto duro e semi-trasparente. Il che mostra che, secondo il suddetto

principio, le parti rese liquide si sono congelate di nuovo per calore ad esse tolto dalle parti posteriormente liquefatte.

Questi effetti sono analoghi a tanti altri conosciuti circa il freddo che si genera nel passaggio dei solidi allo stato liquido: ma non è cognito il perchè la sorgente di calore che determina la fusione non dia sempre tutto il calore necessario alla stessa fusione; ed invece alle volte, quando la fusione è lenta per debolezza della sorgente di calore, la parte che si fonde prenda del calore da un' altra parte vicina già resa liquida, e questa glielo ceda ritornando solida, per compiere la liquidità di quella.

Secondo le teoríe ammesse questo è un paradosso, che un corpo divenga solido per liquefarne un altro simile a sè stesso; e ciò mostra che non è ancora ben conosciuto quello che si chiama *calorico latente.*

5.° Che si dirà poi del fatto, che la neve a più gradi sotto il gelo contrae una forte adesione ai corpi, e una coesione con sè stessa che non ha da principio, e ciò in virtù di leggerissimi strati liquidi che si formano al contatto, e che poi si gelano di nuovo? Questo è un fatto a cui le teoríe ricevute non rispondono, ma che è dimostrato dalle seguenti osservazioni.

Alla temperatura anche di — 5° e — 6° la neve si attaccava in breve tempo ad un disco di ottone collocatovi sopra; sicchè levandolo ne portava via con sè medesimo una parte molto aderente.

In vetri da orologio la neve senz' alcun principio di disgelo, e alla temperatura di alcuni gradi sotto lo zero, si conformava in un corpo solo di parti coerenti, ed acquistava la convessità corrispondente alla concavità del vetro. In simili capsule poi di metallo, e alle stesse temperature, la neve si conformava in corpo continuo e semi-trasparente, senza che la massa intiera fosse passata per lo stato liquido.

Sopra dischi di vetro e di metallo sparpagliate delle molecole di neve a temperature di alcuni gradi sotto lo zero, vi aderivano tosto così tenacemente, che rendendoli verticali e scotendoli, quelle molecole non si distaccavano; benchè al certo per le loro forme acuminate in pochissimi punti esser dovesse il primitivo loro contatto.

Negli Annali del 1831, pag. 203-204, e quì sopra a pag. 16-17, ho riferito che le molecole di neve gettate sopra dischi di metallo a — 2°, 5 si fondevano tosto, e poi si gelavano di nuovo. A temperature più basse, benchè non si fondessero, avveniva sempre la suddetta adesione.

Sopra paletti di legno alti tre o quattro pollici dalla superficie della neve io collocava dei dischi di vetro e di metallo, per vedere gli effetti su di essi della brina notturna. Durando sempre la temperatura di più gradi sotto lo zero, io trovava alla matina quei dischi fortemente aderenti ai loro supporti per mezzo di uno strato sottile d'aqua gelata che si trovava fraposto, formando così un solido cemento; e tanto più forte era quell'adesione, quanto più era stata bassa la temperatura.

Ovunque poi si riguardi la neve in campagna, che da principio dopo caduta è costituita da parti pochissimo coerenti fra loro, dopo qualche tempo di freddo durevole a più gradi sotto lo zero, per cui non si scioglie, diventa molto coerente a sè stessa, acquistando un grado notabile di durezza, e molto aderente ai corpi sottoposti, come ai legni, alle pietre, ed ai metalli più che agli altri corpi.

Tutti questi fatti mostrano chiaramente che a temperature inferiori di più gradi allo zero, nelle quali le masse di neve non si fondono, avviene però una fusione di strati sottili in contatto dei corpi; e che questi strati gelandosi poscia di nuovo, formano un solido cemento fra la neve ed i corpi.

Negli Annali del 1831, pag. 204-205, e quì sopra a pag. 16. 17. 18, ho mostrato che la neve si fonde più facilmente in contatto dei metalli che in contatto del vetro e di altri corpi; ed è questa la causa per cui l'adesione che acquista co'i metalli è più forte.

6.° Io rendo ragione di tutti questi effetti con lo sviluppo del calorico nativo che avviene al contatto, il quale essendo cagione anche delle espansioni superficiali, le parti che si fondono si distendono in lamine sottilissime, le quali per la nuova congelazione che succede servono di cemento; e la nuova congelazione succede quando è finita la espansione, ed è esaurito in quell'azione il calorico nativo che si è sviluppato.

La mia spiegazione è tanto certa, che vi sono fatti diretti che la dimostrano. Io trovava la brina distesa in lamine sottilissime e continue alle superficie liscie dei corpi, come metalli, resine e vetro; ed aveano quelle lamine ai perímetri le tracce evidenti della forza esercitata di espansione, secondo le mie osservazioni generali in questo argomento, e le teoríe che ne ho dedotte: e pure la temperatura notturna era stata sempre più gradi sotto lo zero. Ecco dunque lamine isolate scoperte e visibili prodotte dalla fusione di contatto a temperature molto inferiori allo zero, e susseguite da nuova congelazione.

Ho già dimostrato in genere con le mie osservazioni di mecanica molecolare, che appunto lo sviluppo

di calore nativo alle estremità attenuate dei corpi rende liquidi i solidi a qualunque temperatura inferiore a quella della loro fusione. Così alle temperature ordinarie avvengono le liquefazioni ed espansioni in lamine superficiali del fosforo, dell'iodio, del potassio, dei sali, della canfora, e di tutti i metalli, compreso lo stesso ferro su'l mercurio che si riduce a lamina continua (*Annali delle Scienze* del 1833, pag. 33, e Volume I. pagina 157). Da tutto ciò segue, che anche alla liquefazione che avviene in contatto dei corpi a temperature più alte dello zero, di cui ho parlato quì sopra ai numeri 1. 2. e 3., oltre il calore comunicato loro dall'aria per contatto, ed oltre il calore che ricevono dai raggi del Sole, vi concorre anche lo sviluppo del calorico nativo: ond'è che l'effetto è proporzionalmente maggiore ove i corpi sono minori, perchè la legge del calorico nativo è quella di vie più svilupparsi secondo la tenuità della materia; e d'altronde lo stesso calore che sopragiunge dall'esterno aumenta il suo sviluppo.

## § II.

### Della progressiva fusione della neve attorno i corpi a distanza.

1.° Lo strato duro e trasparente, di cui ho parlato al § I. n.° 4., che si forma in contatto dei corpi, e che spesso è vero ghiaccio, prodotto dallo sgelamento della neve superiore, la quale per causa ignota ruba il calore necessario alla sua liquidità alle parti vicine già liquide, e tanto ne toglie da congelarle anche di nuovo, invece che riceverlo tutto dall'aria e dai raggi del Sole, che determinano la sua fusione; quello strato, dico, alle volte resta spoglio della neve superiore, e forma delle lastre isolate, pellucide, distaccate in gran parte dai corpi per lo scolo avvenuto del primo strato, che si è fuso al contatto. Analogamente quelle lastre formano degl'involucri, senz'aperture superiori, attorno sassi o vegetabili esistenti su'l terreno, che abbiano figura alquanto rotonda. Allora le cavità dentro quegl'involucri proseguono ad ingrandirsi, per quanto lo permette la grossezza degli stessi involucri, i quali in conseguenza vie più si distaccano dai corpi che li hanno originati. Nè pure a questo fatto rispondono le teoríe ricevute; giacchè se parliamo del calore dell'ambiente, questo dovrebbe sciogliere quegl'involucri di ghiaccio soltanto di fuori, e invece si vedono ingrandirsi le loro cavità per di dentro; e se parliamo dell'azione diretta dei raggi del Sole, anche questa dovrebbe agire su'l di fuori, e quasi nulla in relazione al di dentro, per la pochissima trasmissione che si vuole attribuire al ghiaccio del calore raggiante.

Quì ricorrono le mie osservazioni esposte negli Annali del 1831, pag. 39 e seg., e quì sopra a pag. 5. e seg., circa l'accumulamento di calore dentro vasi diafani, il quale sotto campane di vetro l'ho trovato in ogni stagione superiore di + 10°, + 12°, e persino + 15° a quello dell'ambiente. Dunque l'aria, dentro le cavità di cui sopra molto più calda dell'esterna, dee produrre alle interne pareti un disgelo più rapido che al di fuori; anzi produrlo al di dentro, se per la bassa temperatura non avesse luogo al di fuori.

Questo accumulamento di calore, da prima ignorato, spiega con somma facilità anche la progressiva dilatazione delle bolle dentro il ghiaccio, le quali giungono alle volte a grandezze smisurate in confronto delle primitive, come ho esposto negli Annali del 1836, pag. 51. 53 e 54, e Vol. I. pag. 271 e seg.; e con la stessa facilità si rende ragione che in quelle cavità dentro il ghiaccio vi sia alle volte dell'aqua liquida, come ho accennato negli Annali del 1831, pag. 44, e quì sopra a pag. 8.

Il principio dell'accumulamento di calore dentro vasi diafani potrebb'essere utilizzato dai viaggiatori verso il polo, onde premunirsi dai freddi eccessivi o con grandi campane di vetro, o formandosi su'l luogo delle piccole capanne di ghiaccio.

2.° Ma con quel principio, nè con l'altro della fusione della neve più al contatto dei corpi che all'esterno, non si rende ragione di quanto segue.

Ho detto al § I. num. 2. 3., che i corpi percossi di sopra dai raggi del Sole, o diretti o anche trasmessi dalle nubi, benchè l'effetto nel secondo caso sia più tardo, si profondano nella neve vie più secondo che i loro colori si allontanano dal bianco e si avvicinano al nero; e che l'effetto è proporzionalmente maggiore secondo che i corpi sono piccoli, massimamente se si tratta di vegetabili. Analoghi a questa differenza sono i fatti seguenti.

La neve svanisce attorno tutti i fusti delle piante, e resta nudo il terreno molto tempo prima che ciò avvenga in luoghi scoperti; attorno gli alberi piccoli e grandi si formano dei cilindri d'aria, i quali di giorno in giorno vanno crescendo. Nell'inverno del 1830, in cui era caduta quantità straordi-

naria di neve, attorno i tronchi delle piante era svanita per tutta la profondità, mentre ancora sussisteva all'altezza di due piedi e mezzo nei luoghi scoperti.

Nulla concorre a quell'effetto un calore naturale delle piante, perchè egualmente avviene attorno a pali secchi, o a bacchette che si piantino nella neve a disegno.

A misura che diminuisce la grossezza delle piante l'effetto riesce proporzionalmente maggiore. Sicchè attorno i più sottili steli erbacei gli spazj vuoti di neve si formano tanto larghi che sorprendono, confrontati co'i vuoti che si formano attorno i grossi tronchi degli alberi.

Se la neve è alquanto alta, i vuoti di neve attorno gli steli sottili si formano conici, co'i vertici rivolti a basso: dal che è manifesto essere un effetto dei raggi della luce. Circa poi la qualità di azione dei raggi si dirà quì sotto.

L'effetto attorno le piante grandi e piccole avviene di giorno, tanto sotto l'azione diretta dei raggi solari, quanto se il cielo è coperto; ma è più sollecito nel primo caso, e tanto più secondo che i raggi hanno forza di riscaldare.

Peraltro l'effetto non manca mai, se anche a cielo coperto si mantenga la temperatura dell'aria, dopo caduta la neve, a più gradi sotto lo zero: solamente allora l'effetto è tanto più tardo, quanto più bassa è la temperatura. Ho quindi osservato che sotto lo zero, mentre la neve conserva le sue propagini cristalline senza principio alcuno di fusione, pure sparisce attorno que'corpi, formandosi i suddetti vuoti cilindrici o conici.

Prima di discorrere della causa espongo alcuni detagli delle numerose mie osservazioni in proposito.

3.° La neve, súbito dopo caduta, essendo la temperatura dell'aria + 1°, o anche + 1/2.°, cominciava ben presto a sparire attorno steli sottili o festuche vegetabili, e in due ore gli spazj vuoti conici si erano talmente dilatati, che, per esempio, attorno steli di un millímetro o due di diametro le basi superiori degli spazj vuoti conici aveano il diametro di due centímetri. Attorno gli alberi era ben lungi dall'esservi questa proporzione.

In altra occasione di neve ho prese le seguenti misure contemporanee:

Attorno un albero grosso 10 centímetri il vuoto di neve era centímetri 1. 1/2 a contare dal fusto.

Attorno un arboscello grosso centímetri 2. 1/2 la scomparsa della neve era di 2 centímetri.

Attorno poi festuche di 2 o 3 millímetri di grossezza i vuoti di neve erano ancora di 2 o 3 centímetri.

In altra occasione di neve:

Attorno un grosso pero di 95 centímetri di diametro il distacco della neve dal pedale non era che di un centímetro.

Attorno dei pomi di molto minor diametro il distacco era alquanto maggiore.

Attorno un piccolo persico di 11 centímetri di diametro il distacco era di 2 centímetri.

Attorno pali secchi e viti i vuoti di neve erano larghi un centímetro, o un centímetro e mezzo.

Attorno uno stelo di pianta ombrellifera di 3 millímetri di diametro il vuoto conico di neve era largo in alto centímetri 1. 1/2, contando sempre dallo stelo.

Altro simile stelo, grosso 2 millímetri, avea d'intorno un vuoto di un centímetro.

Nel giorno seguente attorno lo stelo di 3 millímetri il vuoto conico si era dilatato sino a 3 centímetri; e attorno l'altro stelo, grosso 2 millímetri, il vuoto conico era divenuto anche ellittico, largo alla base superiore nel senso orizontale 2 centímetri, e nel senso verticale centímetri 2. 7, contando sempre dallo stelo. Questa differenza dei due diametri prova la maggiore azione dall'alto al basso, della quale si parlerà nel seguente § III.

Questi detagli provano verissima la legge, che la osservazione generale fa conoscere: cioè che i vuoti di neve sono, in proporzione, grandemente maggiori attorno i piccoli steli, che attorno i grossi fusti.

Ma dagli stessi detagli sembra inoltre che i vuoti di neve siano nel primo tempo presso a poco della stessa larghezza tanto attorno i grossi fusti degli alberi come attorno i minori, come attorno gli arboscelli, e come attorno i più sottili fusti erbacei. Ma ciò importa appunto che l'azione dei minori in confronto dei più grossi sia maggiore della proporzionale, tanto se si considerano agenti le superficie, quanto se si considerano agenti le masse; e vie più l'azione dei minori è maggiore della proporzionale, quanto più cresce la differenza dei diametri, se la larghezza dei vuoti a contare dai fusti è costante, come si dimostra con un calcolo facilissimo.

4.° Circostanza assai notabile per le conseguenze teoriche, di cui parlerò quì sotto, è questa: che co-

munque di poca altezza cada la neve, non solo i fusti maggiori, ma anche i piccoli steli esercitano sempre attorno sè stessi quella potenza distruttrice a larghissimi spazj in confronto dei loro diametri; e che anche quando la neve è per finire, sicchè ne resti soltanto a piccola altezza, per esempio di 2 o 3 centímetri, ancora prosegue rapidamente la dilatazione degli spazj vuoti attorno quelle piantine; cosicchè osservando la loro tenuità non si può a meno di non sorprendersi delle ampie aree vuote che hanno prodotto d'intorno.

5.° Facendo esame da vicino di quelle cavità coniche nella neve, che si formano attorno i piccoli fusti, non ho mai veduto nè scolo nè gocce d'aqua che mostrassero fusione della neve, nè raccolta d'aqua ai loro fondi. E siccome quei vuoti si generano anche a temperature inferiori allo zero, come ho detto al n.° 2., è da credere che l'effetto della loro azione sia quello di volatilizzare la neve a basse temperature, o di volatilizzare le molecole d'aqua a temperature più alte, a misura che la neve d'intorno si fonde. Già circa la evaporazione della neve allo stato di gelo, ed alla formazione dei vapori gelati, altre mie osservazioni ed esperienze lo hanno dimostrato negli Annali del 1831, pag. 198, e quì sopra a pag. 13 e seg.

6.° In alcuni di quei vuoti conici, ch'erano larghi da 2 a 3 centímetri, e che giungevano alla profondità anche di 19 centímetri, mentre le piantine a cui appartenevano erano grosse soltanto 2 o 3 millímetri, ho collocato dei termometri, ed ho trovato costantemente che segnavano 0°; mentre la temperatura dell'aria al di fuori, prossima alla neve, era + 1°, o pure + 1°. 1/2.

Era dunque più calda l'aria presso la superficie della neve esteriore di quello che in quelle cavità, ove la neve era in progresso di svanire attorno gli steli.

7.° Qualche Fisico di gabinetto, prendendo questi fatti all'ingrosso, dirà súbito, che la luce del Sole o diretta, o dalle nubi trasmessa, riscalda le piante come qualunque altro corpo; che quindi le piante fondono la neve in contatto con esse; che in progresso il corpo riscalda l'aria introdottasi nello spazio vuoto; e che questa prosegue quindi a fondere la neve. E dirà inoltre, che se il termometro introdotto segna 0°, questo è perchè l'aria appunto sgelando la neve si raffredda, e che quella è la temperatura del ghiaccio fondente.

Ma con ciò non si spiega che l'effetto avvenga anche quando a cielo coperto la temperatura dell'aria è di più gradi sotto lo zero; nè si spiega che steli o festuche minime formino attorno sè stessi vuoti proporzionalmente assai maggiori di quelli che formano i pali o tronchi grossi; nè si spiega che quando la neve è pochissimo alta, la sua distruzione all'intorno dei più minuti steli prosegua rapidamente, giacchè allora l'aria interposta, che forma uno strato largo e sottile, non può conservarsi di temperatura diversa dalla vicina, e senza mescolarsi, per trasmettere a distanza notabile un calore atto alla fusione. In quanto al segno termometrico 0° in quelle cavità, convengo che trattandosi di un'azione lenta e molecolare di calore trasmesso, che fondesse la neve, questo non sarebbe sensibile al termometro. Ogni più piccola temperatura di ciascuna molecola d'aria superiore allo zero basta a fondere o volatilizzare una molecola di neve; il che fatto, la molecola d'aria è già raffreddata. Di questo lento e successivo processo di calore molecolare il termometro non potrebbe dar segno. Ma ciò potrebbesi ammettere soltanto nelle cavità alquanto profonde, non già quando la neve è pochissimo alta, e prosegue a svanire per larghi spazj attorno gli steli i più sottili, come si è detto al n.° 4; nel qual caso le minime differenze di calore vengono loro tolte continuamente, a causa della loro sottigliezza, dall'aria esteriore che li circonda, nè possono essere trasmesse esclusivamente a dilatare di più quegli spazj.

8.° Ma per decidere con esperimenti diretti se i vuoti di neve che si formano attorno le piante, e tanto grandi in relazione se sono sottilissime, siano effetti di calore dell'aria o ricevuto dagli stessi corpi, o comunque contratto, ho operato come segue.

Empiuti di neve tre vasi di terra verniciati, vi ho piantate varie bacchette verdi e secche, grosse 2. 3. 4. 5 millímetri, e li ho esposti in aperta campagna sopra un muretto basso ai raggi del Sole: uno scoperto, un secondo coperto con campana di vetro, ed il terzo coperto con una scatola di legno sottile, vestita esternamente di carta nera. Un termometro esposto al Sole segnava + 10°, variante a + 8°, e + 7° quando qualche nube di passaggio offuscava il Sole. L'uso della campana di vetro fu per vedere l'effetto del calore dentro quella accumulato di molti gradi in confronto dell'ambiente, secondo le precedenti mie sperienze, di cui ho parlato quì sopra al n.° 1. In quanto al recipiente nero, io avea già sperimentato anteriormente, come si può vedere negli Annali del 1831, pag. 195, e quì sopra a pag. 9-11, che anche dentro vasi opachi esposti alla luce del Sole o diretta, o trasmessa dalle nubi, la temperatura è di alcuni gradi superiore a quella dell'aria esterna, benchè la differenza sia molto minore di quella dentro vasi diafani.

Nel vaso scoperto, e nell' altro coperto con campana di vetro, si formarono rapidamente i soliti vuoti attorno le bacchette, i quali continuarono sempre ad allargarsi in due ore e mezzo che durò l' esperimento, finchè la neve si era poi in gran parte sgelata; ma quelli sotto la campana riuscirono più stretti degli altri nel vaso scoperto. Al contrario nel terzo vaso sotto la scatola nera da principio si formarono attorno le bacchette delle fessure strette; ma queste in séguito non si dilatarono ulteriormente: sicchè in fine della esperienza erano grandemente minori dei vuoti formatisi negli altri due vasi.

Questi risultamenti importano le seguenti riflessioni. Sotto la campana di vetro la temperatura era molto superiore alla esterna; e pure attorno le bacchette i vuoti di neve riuscirono più ristretti. E sotto la scatola coperta di nero, ove pure la temperatura doveva essere superiore a quella dell' ambiente, i ristrettissimi spazj vuoti di neve attorno le bacchette, che non ebbero progresso, e che tali si conservavano dopo due ore e mezzo quali erano stati da principio, devono essere attribuiti alla temperatura superiore al gelo che aveano le bacchette nell' atto della loro immersione; sicchè dopo aver esse acquistata la temperatura della neve nelle parti immerse, quegli spazj ristretti non ebbero progresso.

La conseguenza poi di tali riflessioni è questa: che la progressiva dilatazione degli spazj vuoti attorno le bacchette non dipendeva da calore dell' aria fraposta fra esse e la neve, quantunque fosse un effetto di azione dei raggi del Sole su le stesse bacchette. Sotto la campana di vetro era minore la intensità dei raggi su le bacchette, benchè maggiore fosse la temperatura dell' aria di quello che allo scoperto; quindi minore fu l' effetto della distruzione della neve attorno le bacchette. E sotto la scatola nera, dove la temperatura era pur alta, ma senza raggi diretti, l' effetto riuscì pressochè nullo.

9.° Tali deduzioni sono confermate anche da quest'altro esperimento. In principio di una notte ho collocato in una stanza un vaso di terra pieno di neve, in cui erano piantate delle bacchette verdi e secche delle stesse grossezze di cui sopra n.° 8., e lasciate prima raffreddare nella neve che copriva il terreno. Ho coperto il vaso con la scatola vestita di carta nera, che avea usata nel precedente sperimento. La temperatura della stanza era + 4°. 1/2, e in séguito + 5°. In questo modo la temperatura dell' aria era atta a sgelare la neve, e mancava del tutto l'azione diretta dei raggi del Sole. Attorno le bacchette più grosse si è formato da principio un poco di vuoto di neve, come già dovea formarsi, perchè aveano un poco di temperatura più alta dello zero, acquistato nel maneggiarle con le mani. Ma per tutta la notte e fino alla matina seguente quei vuoti non si sono dilatati.

Attorno poi le bacchette più sottili poco o nulla apparve di vuoto, perchè acquistarono ben presto la temperatura della neve; sicchè si mantennero costantemente in contatto con questa per tutto il progresso del suo disgelo superficiale; ed anche quando erasi formato un residuo di corpo duro semi-trasparente, di cui ho parlato al § I. n.° 4, le sottili bacchettine restavano impegnate in quel corpo duro senza essere mobili: circostanza questa che vie più dimostrava non aver esse minimamente agito a disgelare la neve attorno sè stesse.

Quando poi l' aqua liquida, prodotta dal parziale disgelo, ascendendo lateralmente sino al livello della superficie di quel residuo corpo di ghiaccio, si è introdotta per legge idrostatica anche nei forami delle bacchette; allora comparvero gli spazj attorno le medesime pieni d' aqua: spazj che si sono dilatati pe'l disgelo che produceva l' aqua con la sua temperatura eguale a quella dell' aria rinchiusa, e pe 'l suo continuo contatto con quel corpo di gelo dentro i forami.

Sotto la scatola io avea sospeso fin da principio un piccolo termometro co 'l bulbo vicinissimo alla neve, il quale segnò costantemente + 2°, mentre, come dissi, la temperatura della stanza era + 5°.

10.° Quando si confronta tutto questo co' i grandi vuoti di neve, in relazione ai diametri, che si formano di giorno in aperta campagna attorno gli steli, e proporzionalmente maggiori secondo che sono più sottili, e con rapida dilatazione (n.° 3. 4.), a temperatura dell' aria eguale all' incirca a quella della stanza in cui ho eseguito di notte il suddetto sperimento (n.° 9.); quando, io dico, si fa questo confronto, si ravvisa evidentemente che l' effetto diurno procede non da temperatura dell' aria fraposta fra la neve e quelle sostanze vegetabili, ma invece da un' azione dei raggi di luce assorbiti dalle dette sostanze, e poi emessi: azione di cui si parlerà più distintamente in séguito.

11.° Nell' eseguire il suddetto sperimento notturno alcune bacchette le ho piantate nella neve così inclinate, che le loro lunghezze esterne erano poco distanti dalla neve; ma non producevano su d' essa niuna di quelle impressioni che a luce diurna sono tanto marcate sotto i piccoli fusti inclinati, e delle quali ora passo a parlare.

## § III.

### Della scomparsa della neve sotto i fusti inclinati e sotto i rami degli alberi.

1.° Finora parlando dell'azione dei piccoli fusti su la neve attorno sè stessi, li ho supposti verticali, o quasi verticali. È ancor poco in confronto dell'effetto che producono quando sono inclinati all'orizonte, per esempio, di un semi-quadrante, e vie più secondo che l'angolo è minore. Anche in quelle posizioni producono già sempre attorno sè stessi quei vuoti cilindrici e conici, dei quali ho parlato nel § II. Essendo sempre lo stelo nell'asse dello spazio vuoto, riescono pure inclinati quei coni o cilindri vuoti. Ma ecco allora l'effetto ulteriore: sotto lo stelo dalla parte della sua inclinazione si forma su la neve una fossa che corrisponde esattamente alla sua figura per tutta la sua lunghezza, e così profonda, se la neve è alta, che sorprende.

Anche questo effetto ha lo stesso progresso dei vuoti cilindrici o conici attorno lo stelo; cioè mentre quelli si dilatano, le fosse od impressioni sotto i fusti inclinati sempre più si profondano.

Quelle impressioni sono sempre più larghe dei diametri degli steli o delle festuche a cui corrispondono, ma non molto da principio; in séguito si dilatano di più a misura che la neve diminuisce di altezza; e in fine, quando ve ne resta poca, quelle fosse sono molto larghe, ma sempre portano le impronte dello stelo o fusto o bacchetta inclinata a cui appartengono. Simili impressioni le ho vedute anche sotto foglie verdi di piante graminacee.

L'effetto avviene non solo sotto l'azione diretta dei raggi del Sole, ma anche all'ombra e a cielo coperto; fuorchè allora l'effetto è men rapido. E in genere è più tardo, secondo ch'è bassa la temperatura; ma non manca di proseguire anche se quella è al di sotto dello zero.

Gli assi di dette fosse sono in piani verticali con gli assi dei fusti che le hanno prodotte: rarissime volte ho veduto che i due assi fossero in un piano un poco inclinato. Quindi si formano sempre nelle direzioni che hanno i fusti sorgenti dalla neve, qualunque sia la plaga. Sono rivolte indifferentemente all'uno o all'altro dei quattro cardini e alle plaghe intermedie.

Uno stelo inclinato, lungo uno, due, tre, ed anche quattro decímetri, formerà la ipotenusa, e l'asse della fossa corrispondente è il cateto della base di un triangolo rettangolo verticale. Ma se lo stelo è curvo in un piano diverso dal verticale, la fossa porta esattamente la impronta della curvatura.

Anche quì si vede una potenza singolare della parvità delle dimensioni. Gli steli più sottili sono anche più atti all'effetto, presentando meglio il fenomeno di quelle incisioni fatte nella neve, le quali allora sono strette fessure profonde. Niun artefice potrebbe con nessuno strumento fare con tanta precisione simili intagli, e così bene terminati, nella neve.

È curiosissimo il vedere come le più piccole ramificazioni producano le impronte delle rispettive suddivisioni in quelle fosse strette e profonde. Ogni rametto ha la corrispondente fossetta soggetta, che si unisce a quella del tronco. Sotto ogni pianta ombrellifera, che conservi alla sommità i suoi minuti steli, vi è una larga impressione corrispondente al fiore, e che si unisce all'intaglio corrispondente al gambo.

Quello che mi ha sorpreso più di tutto è la profondità a cui giungono quelle fosse, cioè fino al terreno, se la neve non è molto alta.

Una volta mi è caduto in mente che potessero essere prodotte da rialzamento degli steli, che si trovassero da principio sepeliti sotto la neve; ma tutto è concorso a smentire quella supposizione. E per prima, il rialzamento produrrebbe fosse irregolari, e non così precise, nè così bene terminate. Vi sono poi steli così corti e grossi che non si possono piegare, e che pure hanno di sotto quelle profonde impressioni nella neve. Ho provato inutilmente ad introdurveli dentro. Tra i tanti fatti ch'escludono quella supposizione vi è anche questo: alcuni steli piegati ad angolo, co'l vertice in alto, formavano due lati d'un triangolo verticale, di cui la base era l'apertura rettilinea d'una fossa prodotta di sotto su la neve. Ho provato a premere il vertice di qualcuno di quegli angoli per far entrare lo stelo nella fossa, ma non fu possibile.

Quello poi che finisce di smentire la supposizione si è, che quelle fosse divengono progressivamente più profonde, e si allargano a misura che la neve si abbassa di altezza e svanisce, come ho detto di sopra.

2.° Questo generale fenomeno è del tutto inesplicabile con la idéa di calore concepito dagli steli sottili pe'i raggi del Sole, e trasmesso all'aria, la quale poi sciolga la neve. Sia pure che quegli steli si riscaldino

più dell'aria; ma la loro tenuità importa che le minime differenze di calore siano tolte súbito dall'ambiente, e non possano essere trasmesse per agire verticalmente a quelle distanze.

Comunque poi si supponga la differenza, il calore si trasmette all'aria di sotto, di sopra, e a tutti i lati; nè potrebbero esservi quelle impressioni così precise e bene terminate nella neve in piani verticali. Come poi giungere l'aria calda a quella profondità che acquistano le fosse descritte? Già si è veduto al § II. n.° 5. essere a 0° la temperatúra dell'aria dentro le cavità prodotte nella neve dai piccoli steli. Per ultimo l'aria riscaldata in contatto dei corpi ascende. Converrebbe supporre invece che l'aria riscaldata in contatto di quegli steli sottili discendesse verticalmente, in luogo di ascendere: il che è assurdo. Più, converrebbe supporre che discendendo non si mescolasse con l'aria fredda d'intorno, e che si tenesse sempre unita a guisa di un caldo strumento, per produrre quelle profonde impressioni; o sia che formasse una corrente continua e ristretta dall'alto al basso, per andare a fondere la neve in quel modo: il che tutto non è che assurdo.

Ma ciò ancora non basta: converrebbe inoltre supporre che da ogni piccolo rametto discendesse una distinta calda corrente, senza mescolarsi nè con l'aria che corrisponde alla divisione dei rami, nè con quella degli altri rami, nè con quella del tronco, per portare nella neve altretante distinte fusioni: giacchè vi sono tante impressioni, quanti sono i rametti della pianta (n.° 1). Quì non è applicabile in niun modo, per la spiegazione dell' effetto, quella trasmissione molecolare lenta e continua di calore per mezzo dell'aria, di cui si è detto al § II. n.° 7., parlando degli spazj vuoti e cilindrici che si formano attorno ogni fusto.

Certamente senza la luce del Sole o diretta, o trasmessa dalle nubi, l'effetto non avviene; come non accade nè pur quello dei vuoti cilindrici o conici attorno i fusti verticali. Si rammenti che co'l calore oscuro le bacchette inclinate non producevano su la neve impressione veruna (§ II. n.° 11). Si vede chiaramente da tutto questo, che tali effetti procedono da un'azione della luce assorbita, e susseguita da una emissione dall'alto al basso nelle direzioni verticali, o poco inclinate. Ma le impronte prodotte sono tali, ch'io trovo difficile spiegarle anche con un calore raggiante, e con nessuna emissione raggiante. Segnatamente è difficile spiegare, con una forza raggiante qualunque, le profondità a cui giungono quelle impressioni strette e verticali.

Ma prima di proseguire con le riflessioni circa la causa, vediamo altri effetti analoghi prodotti a distanze assai maggiori.

3.° Ho detto al § II. n.° 2., che attorno i pedali degli alberi svanisce la neve molto prima che nei luoghi scoperti, formandosi dei cilindri d'aria, e che l'effetto è proporzionalmente maggiore secondochè le piante sono sottili.

Ma vi è inoltre l'azione dei rami dall'alto al basso. Sotto questi la neve si logora, e poi svanisce prima dalla parte del Sole, poi progressivamente. La prima parte di terreno che si rende nuda è verso le posizioni del Sole nelle ore meridiane, poi successivamente anche verso Levante e Ponente, e infine anche a Settentrione; mentre sussiste anche la neve nei luoghi scoperti, quantunque diminuita per la causa generale della temperatura. Lo spazio vuoto di neve, che si forma sotto gli alberi nel modo descritto, si dilata in séguito anche fuori delle verticali calate dalle estremità dei rami, non però in direzioni molto oblique.

L'effetto in tutte le sue parti è più sollecito, secondochè gli alberi sono più forniti di rami, principalmente minuti e fitti.

Il detto processo di cominciare verso Mezzogiorno, e di progredire più tardi verso Levante e Ponente, mostra chiaramente che l'effetto è maggiore quanto più di forza hanno i raggi, per la elevazione del Sole, e che quindi da questi è prodotto. È singolare, che mentre l'effetto è maggiore secondo la forza dei raggi, d'altro canto sia maggiore secondochè gli alberi sono più ramosi, e più ombreggiano la neve.

Circa la maggiore potenza nell'effetto degli alberi più ramosi merita di essere riferita fra le tante la seguente osservazione. Nel Genajo 1831 in un filare di pomi abondanti di rami fitti ed intrecciati la neve era svanita sotto ciascuno, mentre sotto altri alberi di quei contorni meno ramosi cominciava soltanto a svanire attorno i tronchi, come al § II. n.° 2.

Questo fatto e la osservazione generale dimostrano che sotto i rami la neve viene disipata più lentamente e più tardi che attorno i tronchi; e ciò a causa della maggiore distanza in cui si esercita l'azione.

L'effetto della scomparsa di neve sotto gli alberi avviene ancorchè il cielo si mantenga sempre coperto di giorno e di notte, giacchè allora di giorno agiscono i raggi trasmessi dalle nubi.

La maggiore temperatura dell'aria rende più sollecito l'effetto descritto in tutte le sue parti: il che corrisponde alla maggiore azione secondo la forza dei raggi del Sole. Ma l'effetto non è impedito se a cielo

coperto l'aria si mantiene sotto lo zero; solamente allora il progresso è più lento: come in quel caso riesce più lenta la formazione dei vuoti attorno i fusti, e delle impressioni sotto gli steli inclinati (§ II. n.° 2. e § III. numero 1).

4.° Alcuno potrebbe pensare che la neve sparisca sotto gli alberi prima che dai luoghi scoperti, per esserne caduta sotto quelli in minore quantità, come tratenuta dai rami: ma questo sarebbe un errore.

In primo luogo, se sotto gli alberi non cade súbito tutta la neve che in quello spazio discende dalle nubi, vi cade in séguito anche quella tratenuta dai rami; e vi cade non liquefatta, ma al suo stato naturale, come ho detto al § I. n.° 1., e per la causa ivi dichiarata. La caduta della neve dai rami è il primo effetto che avviene molto tempo prima che cominci di sotto la diminuzione e la scomparsa. Sicchè, quando ciò avviene, vi è già tutta sotto l'albero quella discesa dalle nubi in quello spazio, eccettuata la poca sgelatasi in contatto dei rami, e che fu la causa della caduta, distruggendo l'adesione.

In secondo luogo, spesso la neve giunge a terra in direzione inclinata trasportata dal vento; nel qual caso sotto gli alberi non è in quantità sensibilmente minore di quella caduta nei luoghi vicini: e in fatto osservai in tali casi, che sotto gli alberi avea lo stesso livello che al di fuori. Al che se si aggiunga quella che cade su i rami, e che poi si distacca, in tal caso sotto gli alberi dee anzi riuscire di quantità maggiore, che negli spazj vicini al di là del vento. E pure ho sempre osservato che anche in questo caso avveniva sotto gli alberi la solita scomparsa molto prima che in quei luoghi scoperti.

In terzo luogo, ciò che definitivamente dimostra non essere la minore quantità di neve sotto gli alberi la causa della sua più sollecita scomparsa, è il procedimento con cui svanisce, cioè prima verso Mezzogiorno, poi più tardi verso Levante e Ponente, e infine anche a Settentrione (n.° 3). Secondo la supposizione della minore quantità sotto gli alberi, converrebbe ammettere che la quantità minima sia sempre a Mezzogiorno, la media a Levante e a Ponente, e la massima a Settentrione: il che è ridicolo.

5.° Feci anche buon numero di osservazioni su le tracce o impressioni che riceve la neve per l'azione distruttrice dei rami: tracce che si distinguono perfettamente dalle ineguaglianze di superficie prodotte dalla sua caduta dai rami. Dico che si distinguono perfettamente, perchè sono posteriori a quella caduta, ed hanno un progresso.

La distruzione che comincia e prosegue non è già uniforme: accade una logorazione quà e là di varie forme, secondo le figure, disposizioni e distanze dei rami dalla superficie.

Ho veduto, per esempio, cominciare la logorazione con una moltitudine di buchi quasi circolari, che da un giorno all'altro si moltiplicavano grandemente, riunendosi fra loro.

Ne ho veduto cominciare a strisce fitte, e proseguire in forma di scanalature disposte anche in certi ordini e serie, le une sopra le altre.

Sotto piccoli alberi ch'erano scarsissimi di rami, e immediatamente sotto questi, ho veduto delle tracce, come se piccoli animali, per esempio topi, avessero passeggiato su la neve, e l'avessero pascolata.

Quelle tracce hanno sempre un progresso che fa loro cangiare di forma; e infine la neve si rende spugnosa, con larghe cavità fraposte alle sue parti: dopo di che comincia a scoprirsi il terreno a tratti, e prosegue fino a snudarsi del tutto, mentre fuori delle influenze quasi verticali dei rami il terreno è ancora coperto di neve, con superficie uniforme.

Nulla di tutto questo avviene quando la neve sparisce in luoghi egualmente piani, come sotto gli alberi, ma scoperti. La sua diminuzione di altezza è uniforme, sia per fusione di sotto in contatto del terreno, sia per fusione di sopra in contatto dell'aria, o per azione dei raggi del Sole; e mantiene la solita sua superficie, senza quelle scabrosità che si generano sotto gli alberi.

Si è veduto quì sopra al n.° 1., con quale precisione i piccoli steli inclinati e vicini alla neve vi faciano impressioni di sè stessi. Essendo la stessa l'azione dei rami a distanza, io dunque considero che quelle impressioni, ineguaglianze o logorazioni sotto di essi procedano da complicazioni e mescolanze delle varie azioni dei rami dall'alto al basso, diminuite secondo le distanze. Quindi è, che i rami agiscono più in superficie che in profondità, al confronto di quello che fa sotto sè stesso ciascuno stelo inclinato presso terra.

6.° L'effetto dei grossi e minuti fusti verticali attorno sè stessi (§ II. n.° 2.), degli steli e delle festuche inclinate attorno e sotto sè stesse (§ III. n.° 1.), e dei rami degli alberi al di sotto (§ III. num. 2. 3. e 4.), è certamente quello di fondere o volatilizzare la neve. Ci vuole calore; ed il calore ha origine dall'azione dei raggi del Sole sopra quei corpi. Anche questo è certo; ma resta da sapere come dall'azione dei raggi della luce su i corpi nasca su la neve quell'effetto che non avviene per azione diretta degli stessi raggi su la medesima neve.

I raggi del Sole hanno certamente maggior forza calorifica quando sono diretti, che se sono riflessi, o prima assorbiti, e poi emessi dai corpi.

Si dirà che la neve è bianca, e riflette in gran parte i raggi diretti; ma è bianca anche quella ch'è sotto gli alberi, e sotto steli inclinati: e pure mentre la prima resiste, la seconda si fonde o si volatilizza; o, per meglio dire, questa si fonde e si volatilizza in maggiore quantità sotto l'azione dei raggi riflessi, oppure assorbiti ed emessi, che hanno minor forza dei diretti: cioè l'effetto sarebbe maggiore dove la causa è minore, se niente altro vi fosse nel secondo caso che calore dei raggi riflessi, o assorbiti, e poi emessi.

Che se si parla del calore concepito dall'aria in contatto dei rami percossi dai raggi del Sole o diretti, o trasmessi dalle nubi, siccome quel calore non può essere la causa delle impressioni su la neve sotto gli steli inclinati (§ III. n.° 2.), tanto meno può discendere dagli alti rami degli alberi alla neve sottoposta, per fonderla o volatilizzarla più che allo scoperto. In primo luogo l'aria riscaldata in contatto dei rami deve ascendere; ed ascendendo al di sopra dell'albero, non può più agire di sotto. In secondo luogo, supponendo che i rami riscaldino l'aria di sotto senza che questa ascenda, contro le leggi idrostatiche; in tal caso non potrebbe a meno di non mescolarsi con quella d'intorno, nè quindi potrebbe conservare una temperatura superiore alla esterna dentro lo spazio fra i rami ed il suolo, come se fosse in un vaso chiuso. In terzo luogo, se ciò fosse, la consumazione della neve sotto gli alberi, massimamente sotto i più ramosi, dovrebb'essere uniforme; ed invece avvengono le descritte logorazioni ineguali, che presentano a gruppi gli effetti complicati dei rami, e che dipendono da mescolanze di quelle azioni ch'esercitano tanto distinte gli steli inclinati e ciascun rametto in vicinanza alla neve, come quì sopra al n.° 1.

Nulladimeno feci il seguente sperimento.

7.° Sotto un ramo d'albero, che agiva fortemente a distruggere la neve, benchè il cielo fosse coperto, e dove cominciavano a snudarsi alcune parti del terreno, ho collocato un termometro sopra una parte di neve ch'era in attualità di molta logorazione, ad un centímetro di distanza. Altro termometro ho collocato in luogo scoperto poco lontano, sospeso pur questo ad un centímetro dalla neve. Il primo si rese stazionario a $+2°, 5$; il secondo a $+4°$. Ho ripetuto l'esperimento sostituendo un termometro all'altro, ed il successo fu il medesimo.

Ove dunque agivano direttamente i raggi di luce trasmessi dalle nubi, ed ove la neve sussisteva con la sua superficie uniforme, l'aria vicina alla neve era più calda dell'aria sotto l'albero, ed egualmente vicina alla neve, che veniva rapidamente distrutta.

Ho collocato due termometri: uno súbito sotto la neve, ch'era in attualità di distruzione per l'azione del ramo; un secondo sotto l'altra neve scoperta: ed ambidue segnarono 0°.

La differenza fra i due primi termometri è facilmente spiegabile. Il secondo sospeso a poca distanza dalla neve scoperta riceveva più raggi di luce: dunque doveva essere più alto. Un'altra causa della differenza consisteva appunto nella più rapida disipazione della neve sotto il ramo. Sia per liquefarsi, sia per volatilizzarsi, aveva bisogno di calore da rendere latente, e lo prendeva dall'aria vicina. Essendo ivi più rapida la liquefazione o volatilizzazione di quello che allo scoperto, l'aria doveva riuscire più fredda.

8.° Ma dunque da dove procedeva il calore che rendeva più rapida la fusione e la volatilizzazione? Dal ramo superiore, si risponde. Ma questo calore non era sensibile al termometro: era dunque un calore occulto, o, per meglio dire, un calore insensibile, ch'è pur forza supporre. Se si parla dei raggi solari prima assorbiti e poi emessi dal ramo, questi giungevano alla neve men caldi dei raggi diretti del Sole; e lo prova anche la differenza dei due termometri. Se si parla dell'aria soprastante alla neve scoperta e a quella sotto il ramo, ancora i due termometri mostrarono che la prima era più calda. E perchè dunque maggiore fusione e volatilizzazione di neve dove tanto il calore raggiante quanto il calore stagnante sono minori?

A ciò non risponde niuna delle teoríe ammesse. Queste null'altro sanno dire, se non che alla maggiore fusione e volatilizzazione è necessario maggior calore; e che, posto che sotto il ramo percosso dai raggi del Sole era maggiore l'effetto, maggiore doveva essere la causa. Ma questo non è spiegare il fenomeno, e meno è rispondere a quantó segnano in contrario i termometri.

Nè quì si può applicare quella lenta e continua trasmissione molecolare di calore per l'aria, e insensibile ai termometri, di cui si è detto al § II. n.° 7., parlando dei vuoti cilindrici e conici prodotti attorno gli steli, e proporzionalmente maggiori secondochè sono sottili; giacchè quella trasmissione molecolare non potrebbe conservarsi per tutta l'altezza dei rami fino a terra senza che avvenisse mescolanza

con l'aria esteriore, e meno senza che avvenisse mescolanza fra le varie parti della stessa trasmissione aerea: nel qual caso avverrebbe un effetto uniforme alla superficie, e non con quelle varie impressioni che si osservano.

Dunque l'effetto non può avvenire se non che per una emissione raggiante dei rami dall'alto al basso, causata dall'azione diretta dei raggi del Sole su gli stessi rami. Ma ecco che allora non si può ammettere maggior forza calorifica nei raggi riflessi, o assorbiti e poi emessi, di quello che nei raggi diretti. Il termometro appunto mostra la maggior forza di questi in confronto di quelli anche a cielo coperto (n.° 7).

D'altronde la scomparsa della neve sotto gli alberi, certamente per fusione o volatilizzazione, è così rapida in confronto dei luoghi vicini scoperti, che vi vorrebbero più gradi di maggior calore, affinchè nei detti luoghi scoperti avvenisse simile scomparsa con quella rapidità che si osserva sotto gli alberi. Laonde non si può in alcun modo ammettere che la causa della differenza sia un maggior calore lento sotto agli alberi, insensibile ai termometri.

È poi un fatto troppo generale e troppo comune, che sotto gli alberi, all'ombra dei rami, di giorno la temperatura è sempre, anche d'inverno, sensibilmente minore che allo scoperto, massimamente se è sereno, e se gli alberi sono molto ramosi. E supponendola invece maggiore per qualsivoglia causa, onde rendere ragione della più sollecita scomparsa della neve, converrebbe ammettere lo stesso anche d'estate: il che è troppo assurdo.

## § IV.

## Esperimenti circa l'azione fondente o volatilizzante della neve, esercitata dai corpi a distanza.

1.° Ho voluto vedere se anche con apparecchi artifiziali avvenissero su la neve a distanza gli effetti descritti per azione dei raggi del Sole su i corpi. Ho quindi sospeso sopra la neve

Due barre di ferro parallelepípede orizontali, alte dalla neve da 5 a 6 centímetri;

Due spade verticali, con le punte distanti dalla neve da 4 a 5 centímetri;

Una scopetta fatta di sottili vermene, con le punte rivolte alla neve, e distanti 6 centímetri.

Il cielo era coperto, e dalla matina alla sera gli effetti su la neve risultarono come segue.

Sotto le barre di ferro si erano prodotte su la neve cavità, benchè leggiere; e di più, in luogo di essere la neve in quelle cavità ruvida, e fornita di piccole propagini, com'era in generale, avea contratta una superficie liscia ed uniforme. Le asprezze erano state distrutte dalla influenza delle barre sovraposte.

Sotto le spade leggieri infossamenti circolari alquanto larghi, e immediatamente sotto le punte una logorazione di neve bene distinta, o sia una specie di buco.

Sotto la scopetta una cavità circolare distintissima, e più larga del diametro della scopetta almeno 6 centímetri per ogni verso. E con questo di più, che in quella cavità era più ruvida della neve esterna, cioè alternata da minuti forellini e da piccole prominenze. La parte inferiore della scopetta era inumidita, con goccioline pendenti dalle punte delle vermene; ma così piccole, che non cadevano. Quell'umidore procedeva dal vapore asceso.

2.° Mentre le barre di ferro aveano prodotte cavità con liscia superficie, distruggendo le asprezze naturali della neve, la scopetta al contrario, producendo pure una cavità, aveva resa la superficie più ruvida, con dei forellini. Ciò mostra che le azioni delle sue punte avevano conservata una certa distinzione fra loro, e non si erano confuse del tutto in quella distanza di 6 centímetri. Questo è analogo alle impressioni di sè stessi che producono su la neve gli steli inclinati, e alle impressioni, comunque confuse e complicate, che tramandano i rami degli alberi (§ III. num. 1 e 5).

Finchè si tratta delle barre di ferro, si ammette facilmente che riscaldate dalla luce del Sole abbiano comunicato calore all'aria, e questa abbia sciolta la neve sottoposta più di quello che faciano i raggi diretti del Sole.

Ma sotto la scopetta non si spiega egualmente l'effetto, attesa la irregolare distruzione avvenuta della neve con le impressioni corrispondenti alle sue punte; imperocchè il calore trasmesso all'aria soggetta non potrebbe avere agito che uniformemente su la neve, e non per filamenti.

3.° Alle ore due pomeridiane ho esplorata la temperatura dell'aria sotto la scopetta, in confronto

di quella dell' aria sopra la neve vicina scoperta. I bulbi dei termometri erano a 3 millímetri dalla neve. Quello sotto la scopetta segnò + 3°, 5; l'altro allo scoperto segnò + 4°.

Ambidue i termometri immersi súbito sotto le rispettive nevi, segnarono d'accordo 0°. Dunque l'aria ombreggiata presso la neve sotto la scopetta era più fredda di quella presso la neve scoperta, e non si trovò nella prima calore sensibile, per ispiegare la maggiore disipazione di neve ivi avvenuta, come non si trova sotto gli alberi (§ III. n.° 7).

## § V.

## Riflessioni teoriche circa i fatti esposti.

Dalla esposizione dei fatti e dalle soggiunte considerazioni risulta a bastanza, che mentre sembrano tutti connessi da una causa comune, molti se ne presentano, e i più curiosi, dei quali non si rende ragione nè con la teoría del calore stagnante e della sua comunicazione per contatto, nè con la teoría del calore raggiante.

I fatti del § I. si possono anche spiegare in gran parte, non però ancora tutti, come sono quelli del n.° 5, co 'l calore che ricevono i corpi dai raggi del Sole, e che comunicano alla neve che si trova in contatto con essi. Ma quando si passa agli effetti che avvengono in distanza, benchè sieno certamente conseguenti all' azione diretta della luce solare su i corpi, si trova in tutti l' imbarrazzo e la oscurità circa le cause immediate dipendenti da quell' azione; eccettuato il solo caso del § II. n.° 1., di applicarvi il principio dell' accumulamento di calore dentro i vasi diafani, il quale però nè pur esso entra nelle teoríe ammesse, avendolo io publicato nel 1831.

Il principio più generale, che sembrerebbe connettere tutti i fenomeni descritti, sarebbe quello della trasformazione della luce in calore entrando nei corpi, e ciò dietro l' esperimento fatto con la carta nera (§ I. n.° 3). Ma nello spiegare poscia la trasmissione di quel calore alla neve in distanza converrebbe ammettere, secondo i varj fenomeni, che ciò avvenga ora per contatto co 'l mezzo dell' aria, ora in forma raggiante; ed a tutto questo si oppone una folla di altri effetti, cioè le misure termometriche prese (§ II. n.°. 5.; III. n.° 7., IV. n.° 3); i grandi vuoti che si formano attorno steli sottilissimi, molto maggiori dei proporzionali (§ II. num. 2. 3. 4.); le impressioni profonde e regolarissime in piani verticali, prodotte su la neve dalle piantine inclinate (§ III. num. 1. 2.); e l' effetto sorprendente in tutti i suoi detagli, che avviene sotto gli alberi (§ III. num. 3 - 8).

Si può concepire una trasmissione molecolare di calore lenta e continua, insensibile ai termometri, di cui è fatto cenno al § II. n.° 7. Ma questa non serve a bastanza nè pure a spiegare i vuoti di neve attorno i pedali; e nulla poi serve a rendere ragione degli effetti e sotto gli steli inclinati e sotto gli alberi (§ III. num. 2. 8). Per evitare l' objetto della impossibilità di quella trasmissione molecolare di calore per mezzo dell' aria aperta a molte distanze, si può trasformarla in forma raggiante: ma allora vi è l' altro objetto insuperabile, che i raggi riflessi, o assorbiti ed emessi, non possono avere maggior forza calorifica dei raggi diretti. Laonde ancora nulla si spiega quando si vuole che tutto sia effetto di raggi entrati ed usciti senza niun altro concorso.

Senza fingere ipotesi e formare supposizioni fantastiche, le quali durano poco, ed altro non fanno che arrestare i veri progressi della scienza, e stando strettamente ai fatti, la conclusione irrecusabile mi sembra essere questa: che si tratta bensì d'effetti di luce assorbita dai corpi, e d'una conseguente emissione; ma d'una emissione di azioni molecolari determinate dalla stessa luce, giacchè gli effetti sono grandemente maggiori dei proporzionali, secondo la parvità della materia. E siccome è un altro fatto, che la parvità della materia e le azioni molecolari importano sempre sviluppo di calorico nativo, io deduco che nei fenomeni in discorso, che avvengono in distanza, vi entri come elemento il *calorico nativo*, come ci entra nei casí di contatto, di cui si è detto al § I. n.° 5., e che lo sviluppo di quel calorico sia causato dall' azione dei raggi del Sole su i corpi, trasmettendosi poscia a distanza insieme con quei raggi nella loro emissione dopo l' assorbimento.

Simile conclusione io aveva tratta negli Annali del 1831, pag. 198, e quí sopra a pag. 12, considerando fin d' allora che si tratta di effetti molecolari accompagnati sempre dallo sviluppo di quel calorico, a cui concorre possentemente il calore che sopragiunge dall' esterno.

Posto tale principio di un'associazione dei raggi solari prima assorbiti e poi emessi co'l calorico nativo dei corpi, è facile arguire che simile associazione avvenga anche nella trasmissione di quei raggi, e di ogni luce, pe'i corpi diafani; e con tale modificazione dei raggi trasmessi si può rendere ragione dei fenomeni osservati da Melloni.

## Sopra alcuni fenomeni meteorologici che hanno rapporto con lo sviluppo di elettricità, e del calorico nativo dei corpi. Memoria del Dott. AMBROGIO FUSINIERI.

(Inserita nel Tomo XXII. delle *Memorie della Società Italiana delle Scienze* residente in Modena. Anno 1840.)

Non occorre rammentare quanto siano ingombre da oscurità le cause della massima parte dei fenomeni meteorologici. Due ne sono le ragioni: la mancanza di bastante progresso dei principj della Fisica, e il difetto di osservazioni. Ma è più la seconda, che la prima. Se anche i principj della Fisica non sono ancora a bastanza avanzati per complete spiegazioni di quei fenomeni, quando vi sono osservazioni esatte si trovano sempre nei principj conosciuti almeno dei barlumi circa le cause. Il difetto delle osservazioni porta ad applicazioni precipitate, accompagnate dall'errore. Di ciò ho mostrato un saggio co'miei scritti su la rugiada. Con osservazioni ch'erano state omesse ho dimostrato erroneo un sistema seducente, che era stato anche coronato.

Fra i barlumi finora ottenuti con le osservazioni vi è quello, che le forze elettriche hanno una influenza generale nella produzione delle meteore, anche parlando delle più comuni. Ma come si sviluppino tali forze elettriche, quali modificazioni subiscano da quelle che si conoscono nei gabinetti di Fisica, e come concorrano a generare questo o quel fenomeno, tutto ciò è ancora oscurissimo. Basti l'esempio della grandine. Ognuno comprende in confuso che vi concorrono principalmente le forze elettriche; ma il come è ancora un problema da risolversi, ad onta di un premio lusinghiero che un'Academia ha proposto, il quale credo che resterà ancora lungamente in sospeso, se non è per qualche favore che venga conferito.

Fra le cose meteorologiche, di cui altra volta ho parlato (vedi *Annali delle Scienze ec.* del 1831, pag. 31 e 192, e qui sopra a pag. 1 e seg., e 9 e seg.), ve ne sono alcune, allora toccate soltanto in succinto, che si connettono co'i progressi recenti delle teoríe elettriche, e co'miei principj di mecanica molecolare. Tale connessione le rende vie più importanti; e vengo ora a darne maggiore sviluppo con un detaglio di osservazioni che dopo quell'epoca ho anche ripetute ed estese.

### § I.

### Deí vapori gelati.

Nell'inverno del 1826, per meglio sperimentare la evaporazione della neve a molti gradi sotto il gelo, che mi era dimostrata continua di giorno e di notte da molti sperimenti fatti segnatamente con campane di vetro, ho esposte in aperta campagna, essendo il terreno coperto di neve, delle bilancette a tre o quattro pollici dalla superficie, le quali contenevano neve controbilanciata da pesi. Dopo qualche ora preponderava il peso; ma alle volte preponderava invece la neve, se l'aria non era nitida: di notte poi la preponderazione della neve era costante. Tutto ciò mi ha mostrato che la formazione di vapore gelato, dimostrata costante di giorno e di notte da altri esperimenti, era accompagnata da precipitazione di altro vapore gelato precedentemente asceso; sicchè l'ascensione e la precipitazione erano contemporanee e continue, e le bilancette mostravano quale dei due effetti fosse il prevalente. Le propagini lamellari, che per le notturne precipitazioni andava acquistando la neve alla superficie, attestavano pur esse quella contemporaneità di ascesa e discesa di vapori

gelati, senza che ciò impedisse a lungo la diminuzione generale della neve per l'abondante sua evaporazione diurna, per lo più superiore alla precipitazione.

Dico che erano vapori gelati, benchè qualche Fisico non voglia riconoscerne l'esistenza, perchè non vi si adattano bene le teorie formate nei gabinetti circa la costituzione dei vapori, la loro elasticità, ed il calorico latente. Erano certamente gelati, perchè in brevissimo tempo si trovavano sollevati ed attaccati ai corpi, per esempio dentro e fuori di una campana di vetro a temperature di più gradi sotto il gelo, come a — 4°; — 5°; — 7°; — 10°. E nel Genajo dell'inverno 1830 ho sperimentato che si erano sollevati dalla neve, ed attaccati ai corpi, in una notte in cui il massimo di temperatura, alla distanza di alcuni pollici dalla neve, era giunto a — 16°, 5.

Niuno certamente crederà di buona fede che a così basse temperature l'aqua gelata per convertirsi in vapore debba passare per lo stato liquido, onde poi gelarsi di nuovo nell'attaccarsi ai corpi.

## § II.

## Di un calore fondente e volatilizzante che si sviluppa in contatto dell'aqua gelata co'i corpi in genere, e principalmente co'i metalli, e più secondo ch'è minutamente divisa.

1.° In occasione di usare quelle bilancette ho osservato che la neve cominciava a sgelarsi a temperatura inferiore allo zero. Ciò avveniva precisamente in contatto della neve con la lance, ch'era di ottone, e progressivamente si conformava in un corpo semi-trasparente pe'l suo parziale disgelo, che avveniva per azione del metallo.

Per fare sperimenti di confronto io poneva in séguito della neve in un vetro da orologio, che collocava sopra una lance della bilancia, e nell'altra nuda di metallo poneva altra neve che facesse equilibrio. La bilancetta era sempre sospesa, con le sue lance a pochi pollici di distanza dalla superficie della neve che copriva il terreno. Non parlerò degli sbilanci che avvenivano ora da una parte, ora dall'altra, per causa d'ineguali evaporazioni e precipitazioni dei vapori. Quello che ora importa è, che nella capsula di metallo la neve cominciava a fondersi di sotto in contatto a — 2° circa, ed a — 1° si riduceva dopo qualche tempo liquida. Al contrario nella capsula di vetro sussisteva a lungo gelata anche fino a + 1°. 1/2.

Tali differenze erano così marcate e costanti nei molti sperimenti eseguiti, che mi mostrarono evidentemente un'azione del metallo a fondere la neve a temperatura inferiore allo zero, mentre il vetro sembrava avere per quel confronto la virtù opposta di mantenere la neve gelata al di sopra di quel termine.

Feci quindi questi altri sperimenti.

2.° La temperatura della neve esplorata con un termometro essendo a più gradi sotto lo zero, per esempio a — 3°, io vi ponea a raffreddarsi egualmente un piccolo mortajo di vetro co'l suo pistillo, e un piccolo cucchiajo o d'argento o di ferro forniti di manico di legno, per poterli maneggiare senza comunicar loro il calore della mano. Indi prendendo della neve, e collocandola nel mortajo, la polverizzava assai fina. Così ridotta, la sparpagliava leggermente, o sia a piccole dosi e a molecole disgiunte, sopra dischi di varj metalli, del diametro di 9 centímetri, sopra altri dischi eguali di vetro, di resina, di ágata e di legno.

Le temperature dell'aria segnate da un termometro presso ai dischi erano nei varj sperimenti: 0°; — 1°; — 1°, 5; — 2°; — 2°, 5. Prima di spargere la neve sopra i dischi io li lasciava esposti il tempo necessario, onde acquistassero la temperatura dell'aria. La neve ch'io vi spargeva era sempre di qualche grado più fredda; per esempio, come dissi, a — 3°.

Ecco i risultati di un gran numero di esperimenti fatti a quelle temperature nell'inverno del 1826, e ripetuti con maggiore distinzione anche negl'inverni degli anni 1831 e 1832.

Sopra i dischi di zinco, di ferro e di rame a tutte quelle temperature le minime molecole di neve si fondevano all'istante in goccioline: pareva precisamente che toccassero metalli riscaldati al fuoco.

Le molecole maggiori si fondevano più tardi, per esempio in due o tre minuti secondi; e sempre più tardi, secondochè erano maggiori, e secondochè la temperatura era più bassa, dentro i suddetti límiti.

Alla temperatura di 0° tutte le goccioline restavano liquide. Alle temperature di — 1°, — 1°, 5; — 2°; — 2°, 5 le più piccole, che si erano fuse, restavano pure liquide; ma altre alquanto maggiori si congelavano di nuovo. La nuova congelazione però non era totale. Siccome aveano la forma lenticolare, restavano fuse al di sotto in contatto co'l metallo, e di sopra erano gelate di nuovo: per lo che quelle lenticole erano anche facilmente mobili su lo stesso metallo mercè uno straticello di liquido fraposto.

Su gli altri dischi di vetro, resina, ágata e legno, simili molecole di neve a quella temperatura non si fondevano.

Dunque il potere fondente si sviluppa dai metalli per le cause di cui dirò quì sotto, dietro ad altri sperimenti.

Ho osservato il seguente ordine circa i gradi di quel potere fondente, secondo la diversa natura dei metalli.

Su i dischi di zinco, di ferro e di rame la fusione era la più pronta; sopra dischi di stagno e di piombo era alquanto più tarda; sopra un disco d'argento il ritardo era ancora maggiore.

Anche adoperando della brina, invece che neve polverizzata, come sopra, ottenni consimili effetti. Io aveva disposti sopra una tavoletta di pino quattro dischi, uno d'argento, altro di rame, altro di zinco, ed uno di vetro, e li avea lasciati raffreddare come l'aria, di cui la temperatura era 0°. Presi dei ramoscelli carichi di brina, che ancora non si sgelava, la faceva cadere, raschiando, sopra quei dischi. All'istante le molecole di brina in contatto co'i metalli si sgelavano. Su'l vetro non si sgelavano punto súbito, e soltanto in séguito avveniva uno sgelamento parziale, tardo e graduato. Lo stesso presso a poco avveniva delle molecole di quella brina che cadevano, invece che su i metalli o su'l vetro, su la tavoletta di pino; cioè non si sgelavano punto all'istante, nè in breve tempo, ma soltanto in séguito, lentamente e parzialmente, sempre dove toccavano il legno.

3.° Importanti per le conseguenze circa le cause sono le seguenti ulteriori osservazioni.

Le lenticole gelate, procedenti da disgelo dei bricioli di neve in contatto dei metalli, con successiva congelazione dopo alcun tempo, per esempio di una mezz'ora, non si trovavano più, ed erano tutte svanite per evaporazione, quantunque la temperatura si fosse mantenuta sempre sotto il gelo, nè fosse quindi accaduta nuova liquidazione; e ciò per la ragione, che si formano, come sopra (§ I.), vapori gelati.

Mi è accaduto di vedere che da quelle gocciole gelate ed evaporate i dischi di rame, zinco e ferro aveano contratte evidenti macchie di ossido. Il disco di zinco aveva varie macchiette di ossido bianco; quello di rame avea contratte alcune macchie bruno-rossigne, e quello di ferro delle macchie brune. Tutte erano conformate in guisa, che mostravano le tracce delle azioni chimiche delle gocciole evaporate, cioè formavano le loro basi.

Se quei metalli fossero stati bagnati estesamente d'aqua, invece che da minime molecole, e se l'aqua fosse stata lentamente evaporata per dolce calore, non avrebbe lasciata certamente una traccia così marcata di ossidazione. D'onde segue, che l'azione chimica di minime parti è in relazione più energica: il che combina con la energía che il sig. De-la-Rive attribuisce ai gas ed ai vapori di sviluppare elettricità con le loro azioni chimiche su i metalli nelle sue recenti *Recherches sur la cause de la electricité Voltaique*. Génève 1836, pag. 73.

Altre mie osservazioni mi hanno dimostrato, che se i metalli avevano contratto un velame comunque leggerissimo di ossido per lunga esposizione all'aria, non avveniva in quei metalli la fusione dei bricioli di neve alle suindicate temperature, ma soltanto alla temperatura di 0°, ed anche imperfettamente; cioè il disgelo era soltanto parziale.

Però se le molecole erano estremamente piccole, non mancavano di sgelarsi a — 1°,5; 0° — 2, quantunque vi fosse il velame leggero d'ossido.

In tali casi di mancato disgelo i bricioli di neve contraevano una forte adesione alla superficie, talchè non si distaccavano nè pure percotendo i dischi sopra un corpo duro; e questo era effetto di parziale disgelo al contatto susseguito da congelazione, come di sopra si è veduto succedere.

Togliendo al contrario dai metalli il leggero strato d'ossido, comunque invisibile, e rinovando la superficie, tosto divenivano atti a fondere prontamente anche a — 2°, 5 quei bricioli di neve che prima sussistevano gelati completamente anche a 0°.

4.° Da tutto questo è ben chiaro fin d'ora, che lo sviluppo di calore fondente dei metalli su la neve a temperature inferiori allo zero, era accompagnato da chimica azione delle minime parti di questa sopra quelli.

E siccome la fusione avveniva più pronta e a temperature più basse, secondochè erano minori le molecole, nè lo stesso velame d'ossido la impediva riguardo alle molecole estremamente piccole; ne segue che la loro azione chimica era più energica, a misura ch'erano minori.

La maggiore azione secondo la tenuità della materia, mi ha indicato inoltre lo sviluppo di quella forza o calorico nativo, di cui trattano i miei Principj di mecanica molecolare, e come dirò in séguito.

Si vedrà qui sotto come dalla stessa azione delle suddette molecole su i metalli si sviluppasse anche la elettricità.

Ma prima è da vedersi cosa avvenisse quando io sparpagliava le molecole di neve a temperature inferiori alle suindicate su i dischi metallici e non-metallici, e quando usava masse maggiori a temperature superiori.

5.° Con le regole suindicate (n.° 2.) di raffreddare nella neve gli strumenti che adoperava a polverizzarla, ed a spargerla diradata su i dischi, e di lasciar questi raffreddarsi come l'aria in aperta campagna, ho fatto i seguenti sperimenti.

Alle temperature di — 3°, — 4°, — 5° io esponeva dischi di zinco, di ferro, di rame, di resina, di legno, di ágata e di vetro, e vi spandeva sopra bricioli di neve. A quelle temperature non si fondevano nè pure su i metalli. Invece dentro un certo tempo sparivano, senza passare per lo stato liquido, in virtù di quelle temperature, convertendosi come sopra (§ I.) in vapori gelati.

Ho costantemente osservato che dai metalli la evaporazione delle molecole gelate era molto più sollecita che dagli altri corpi: il che era analogo alla fusione su i metalli, e non su gli altri corpi, a temperature un poco più elevate (n.° 2).

L'ordine più volte osservato delle più sollecite evaporazioni di quelle molecole, secondo la natura dei corpi su i quali giacevano, fu il seguente.

Dal zinco, dal ferro, dal rame e dall'argento le evaporazioni avvenivano a parità di circostanze più presto che dalla resina, da questa più presto che dal legno, e da questo più presto che dall'ágata e dal vetro.

Com'era avvenuto della fusione a più alte temperature, così anche la evaporazione delle più piccole molecole gelate era la più pronta. Mi sono dato ad osservare più volte con l'uso della lente in qual modo avvenisse la diminuzione progressiva dei volumi, cioè se le particelle cristalline si rotondassero. Io faceva tali osservazioni con visite alla sfuggita di quando in quando, per non influire co'l calore della persona. Non ho mai veduta molecola alcuna che nella progressiva diminuzione del suo volume si rotondasse: conservavano invece tutte le forme cristalline, con gli angoli e spigoli. Il che mi ha dimostrato nel modo il più immediato, che l'aqua gelata partiva e si disipava nell'aria senza disgelo alcuno, ed a strati o laminette superficiali; d'onde i vapori gelati indi nascenti doveano essere costituiti essi pure da molecole cristalline, le quali probabilmente si saranno ulteriormente suddivise in altri cristalletti minori, dopo essersi volatilizzate.

6.° Quantunque alle dette temperature da — 3° a — 5° non si fondessero le molecole di neve su i metalli, pure divenivano aderenti alle loro superficie in modo simile a quello che ho di sopra notato (n.° 3.); senza però che tali adesioni togliessero la prontezza della evaporazione. Quelle adesioni dipendevano da un principio di fusione al contatto, susseguíto da congelazione, come ho detto al luogo citato.

7.° Da questi secondi esperimenti alle dette temperature (n.° 5.), nelle quali le molecole gelate non si fondevano su i metalli, risulta che al contatto si sviluppava un calore volatilizzante le stesse molecole, invece che fondente; e più al contatto dei metalli che degli altri corpi, e con l'ordine di cui sopra, secondo la diversa loro natura.

8.° L'azione fondente o volatilizzante dei corpi in genere su la neve, ma principalmente dei metalli, con certa gradazione anche fra loro dichiarata dagli esposti esperimenti molecolari, rende ragione dei seguenti effetti, e viene da questi confermata.

Ho detto di sopra (n.° 1.), che la neve in una capsula di ottone cominciava a sgelarsi al contatto co'l metallo a — 2°, che a — 1° si sgelava interamente; e che al contrario in una capsula di vetro si manteneva gelata anche a + 1°. 1/2.

Però di sotto, dove la neve era in contatto immediato co'l vetro, io trovava alla temperatura 0° un principio di disgelo, il quale non progrediva, o assai lentamente. La neve acquistava fra le sue parti una certa coerenza, per cui si poteva levarla in corpo dalla capsula di vetro; ed era allora ch'io vedeva la sua superficie inferiore, stata in contatto co 'l vetro, bagnata da uno strato liquido sottilissimo.

Dunque anche in contatto co'l vetro, alla temperatura 0°, vi era un principio di fusione che non si manifestava punto superiormente.

Ho voluto vedere a temperatura superiore al gelo la differenza dell'azione fondente dei metalli sopra quella degli altri corpi, usando masse notabili di neve, invece di molecole.

Sopra una tavoletta di legno ho disposto tre dischi, uno di zinco, l'altro di rame, ed uno di vetro, ed ho lasciato loro prendere la temperatura dell'aria, che alle due ore pomeridiane era giunta a + 2°.

Sopra ciascuno, ed anche sopra la tavoletta, ho collocata e distesa una certa quantità della neve che copriva il terreno, co'l mezzo di una spatola di legno, lasciata pure da prima esposta alla temperatura dell'aria.

Appena che la neve toccava i metalli, le parti minori si fondevano all'istante, ed il rimanente si adagiava tenacemente alle superficie, formando al contatto un corpo molle e trasparente con la neve di sopra: corpo molle e trasparente, che a quella temperatura si osservava essersi formato co'l tempo sotto la neve in contatto di tutti i corpi in genere. Al contrario su'l disco di vetro e su la tavoletta la fusione era molto minore che su i metalli.

In somma, al contatto di questi si operava all'istante quella trasformazione della neve in corpo molle e trasparente per fusione parziale, che in contatto degli altri corpi avveniva soltanto in lungo tempo.

Ho anche osservato che la neve formatasi in corpo su i metalli vi aderiva tenacemente, sicchè a fatica si poteva movere su le loro superficie polite; mentre su'l vetro e su'l legno era molto più mobile e molto meno formata in corpo: ma sempre in contatto co'l legno e co'l vetro si fondeva molto più che al di sopra.

Quindi ho compreso che anche a temperature superiori allo zero l'azione fondente della neve vi era principalmente al contatto dei metalli, come molto più attivi degli altri a produrre l'effetto.

9.° Cade sotto la osservazione di chiunque si trova in campagna in tempo di neve, che questa sparisce attorno i corpi molto prima di quella che copre il nudo terreno; e che la sua scomparsa è progressiva per ampj spazj, i quali si vanno dilatando attorno i corpi: ciò avviene anche a temperature di molti gradi sotto il gelo.

Ora in virtù delle premesse (num. 4. e 7.) si comprende che quell'effetto ha origine anche dal calore fondente e volatilizzante che si sviluppa al contatto: calore ch'è bensì più forte al contatto dei metalli, ma che non manca mai, qualunque sia il corpo.

La progressiva scomparsa della neve attorno i corpi dipende anche da un'altra causa, cioè dall'azione dei raggi solari sopra gli stessi corpi, i quali comunicano il calore concepito all'aria contigua; mentre la neve, riflettendo tutti i raggi, non concepisce egual calore. Ma al principio del disgelo vi concorre certamente anche il suddetto calore, che si sviluppa in virtù del contatto: calore di cui sarà quì sotto determinata la causa (§ III).

Si osserva anche un disgelo progressivo dentro cavità chiuse da ghiaccio trasparente, in cui si trasforma in alcuni luoghi la neve: il che avviene spesso attorno corpi isolati, come sarebbe una pietra. Quel progressivo disgelo dipende allora dall'accumulamento di calore dei raggi solari, che ho scoperto avvenire di molti gradi dentro vasi diafani, e più che dentro vasi opachi, benchè questi sieno di metallo (vedi *Annali delle Scienze del Regno Lombardo-Veneto*, 1831, pag. 39, e quì sopra a pag. 5-7).

Ma circa la scomparsa della neve per un calore o fondente o volatilizzante vi sono altri effetti curiosi, dei quali non ho ancora penetrate a bastanza le cause, le quali mi propongo d'indagare, ulteriormente spingendo le osservazioni. Mi basterà quì accennare il seguente.

Sotto gli alberi svanisce progressivamente la neve, e vie più secondochè sono frondosi, e forniti di piccoli ramoscelli. L'effetto comincia attorno il tronco, poi prosegue sotto i rami rivolti al Sole; e finisce co'l difondersi tutto all'intorno. Non si comprende che dall'alto al basso e a grandi distanze possano quegli effetti procedere dal riscaldamento dell'aria in contatto dei rami, la quale in aperta campagna, e per le agitazioni a cui è soggetta, viene continuamente rinovata.

Circa quella influenza dei rami dall'alto al basso, e a molta distanza, ho fatto delle singolari osservazioni, ed istituito degli sperimenti di confronto, per indagarne la causa precisa; ma mi riservo di parlarne in altra occasione, dopo avere spinte più oltre le indagini, restandomi ancora da dilucidare alcuni punti di fatto.

10.° Non finirò questo paragrafo senz'avvertire, che effetto generale dello sgelamento della neve è quello di prendere una parte del calorico necessario alla sua liquidità, e che si rende latente, dai corpi vicini, e quindi anche dalle parti precedentemente sgelate, le quali in conseguenza si gelano di nuovo.

Quindi si osserva formarsi sotto la neve, in contatto dei corpi, dei pezzi o lastre di ghiaccio trasparente, dove appunto ha cominciato il disgelo, come quì sopra (n.° 8). Così il terreno, ch'era prima sgelato al cadere della neve, contrae poscia alle volte uno stato di gelo, quando quella si fonde per di sopra in virtù dei raggi solari, o della temperatura dell'aria.

Tutto questo è conforme a cose conosciute; ma non è cognito il perchè nel passaggio dallo stato solido al liquido un corpo non prenda tutto il calore occorrente dalla sorgente comunque perenne, che determina la sua liquidità, e ne prenda invece una parte dove non vi sarebbe causa di sua fusione.

## § III.

### Sviluppo di elettricità contemporaneo a quello del calore fondente in contatto delle molecole gelate d'aqua co'i metalli.

1.° Negli *Annali delle Scienze del Regno Lombardo-Veneto* 1831, pag. 203-204, e quì sopra a pag. 16-17, nell'atto di riferire lo sviluppo di calore fondente e volatilizzante in contatto di molecole di neve co'i metalli a temperature inferiori al gelo, di cui sopra (§ II. num. 2. 3.), accennai di avere osservato anche uno sviluppo di un'attrazione elettrica con corpi stranieri delle molecole di nuovo congelate dopo la fusione. Un Fisico, forse per la importanza della mia osservazione, fece mostra di non crederyi. Ma la cosa non ha nulla di strano; anzi lo sviluppo di elettricità è un effetto necessario dell'azione chimica esercitata dall'aqua su i metalli, e tanto più energica, quanto più piccole sono le molecole, come si è mostrato di sopra direttamente co'i fatti (§ II. num. 3. 4).

Io riferirò quì in detaglio le mie osservazioni circa quello sviluppo di attrazione elettrica, tali quali le ho registrate súbito dopo fatte negl'inverni degli anni 1826. 1831 e 1832.

2.° Con le regole, di cui al § II. n.° 2., io sparpagliava minute particelle di neve sopra dischi di rame, di zinco e di ferro, còllocati a tre pollici circa dalla superficie della neve sopra supporti di legno: il termometro vicino ai dischi segnava — 1°, 5. Quelle particelle tosto si fondevano; le minori più presto delle maggiori.

Le goccioline che si producevano su i dischi dalla fusione delle molecole di neve erano súbito dopo rappigliate, e formavano tante piccole lenti di gelo. Io le trovava gelate toccandole con un festuco di paglia, o co'l solito piccolo cucchiajo di ferro. Quelle parti gelate non aderivano al disco, ma vi erano mobili sopra. Ho poi osservato che quelle piccole lenti o gocciole gelate, anche bislunghe, erano evidentemente attratte dalla estremità del piccolo cucchiajo di ferro, che ad esse appressava; cioè più e più volte osservai, che appressando loro quella estremità a piccola distanza, correvano ad attaccarvisi, ed anche vi rimanevano attaccate una dopo l'altra, formando un piccolo corpo di gelo prolungato, e aderente alla estremità del cucchiajo. Per esempio, una piccola lente di aqua gelata correva tutta intiera ad attaccarsi alla estremità del cucchiajo; e ciò avveniva alla distanza di una linea circa: e ripetendo questo sopra altri pezzetti di ghiaccio, si agglomeravano alla detta estremità uno dopo l'altro, e in più serie, formando una specie di piccola barba.

Anche con festuco di paglia od erba secca toccando quelle goccioline su i dischi metallici, si palesavano gelate; ed ho anche rimarcato segni di attrazione, ma inferiori a quelli resi manifesti co'l cucchiajo di ferro.

Lo stesso esperimento l'ho ripetuto sopra un tavolo alto tre piedi, segnando allora il termometro — 1°. In questo caso le gocciole erano semi-gelate, e facilmente co'l tocco del cucchiajo di ferro si sgelavano affatto. Per altro vidi segni manifesti di attrazione, e l'aggregazione delle molecole che restavano semi-gelate alla estremità di quel piccolo strumento. Facendo lo sperimento su'l tavolo, adoperai un disco di rame.

3.° Alla temperatura — 2, 5 la minutissima neve sparpagliata sopra dischi di zinco e di rame si sgelava in gocciole lenticolari, e poi si rappigliava. Quelle piccole lenti di nuovo gelate erano anche aderenti ai metalli; ma per lo più súbito dopo erano mobili.

Hò fatto lo stesso esperimento anche sopra un disco d'argento, che da più di un'ora era collocato sovra supporti di legno a tre pollici dalla neve.

Con la punta di un grosso filo di ferro racchiuso in un tubo di vetro, ch'io teneva in mano, avvicinandola molto a quelle lenticole gelate, ma semi-gelate al di sotto in contatto del metallo perchè mo-

bili, vidi manifesta l'attrazione di quei pezzetti gelati, giacchè vi correvano a piccola distanza, e restavano aderenti attorno la punta.

Lo stesso esperimento l'ho ripetuto con esito eguale anche sopra un disco di zinco.

4.° Alla temperatura — 4° ho sparpagliata della neve polverizzata assai minutamente sopra dischi di zinco, di rame, di ferro, di stagno e d'argento, di recente levigati, e sopra due altri di vetro e di pino. In nessuno si è svolto calore atto alla fusione. Dopo un quarto d'ora circa trovai che dai metalli si erano volatilizzate tutte le molecole di neve, e dai dischi di vetro e di legno se n'era volatilizzata soltanto una parte. Si noti che assai poca ne aveva sparpagliata su le superficie, e in tutte quantità eguali.

In séguito il termometro segnava — 3°, e a causa della mia presenza súbito dopo — 2°, 5. Sparsa co'l piccolo cucchiajo di ferro della nuova neve sminuzzata sopra quelle superficie, e sempre in quantità eguali, osservai quanto segue.

Su i dischi di zinco, di ferro e di rame si fondeva all'istante; su'l disco di stagno la fusione era un poco più tarda; e su'l disco d'argento si fondeva pure, ma con ritardo ancora maggiore; su i dischi di vetro e di legno non si fondeva.

Sono stato in osservazione se goccioline sgelate al momento del contatto si congelassero di nuovo, e se di nuovo congelate venissero attratte da una punta straniera, o dal piccolo cucchiajo di ferro che io adoperava, come erami accaduto anteriormente. Di fatto su i dischi di zinco, di rame e di ferro molte di quelle goccioline lenticolari, procedenti dalla fusione di contatto dei bricioli di neve, si erano di nuovo congelate a metà, e in tale stato si attaccavano alla estremità o allo spigolo del piccolo cucchiajo di ferro; sicchè ottenni a bastanza un saggio di ripetizione delle precedenti esperienze.

La temperatura fu sempre — 2°, 5 durante tutto lo sperimento, perchè il termometro la segnava ancora quando, soddisfatto della ottenuta conferma, sono partito lasciando tutto al suo posto.

Ritornato poco dopo, trovai che la temperatura era ancora la stessa — 2°, 5, e che dai metalli erano scomparse tutte le molecole. Al contrario su'l vetro e su'l legno ve n'era ancora una parte allo stato di gelo, ed altra erasi volatilizzata.

Due ore dopo, segnando il termometro 0°, sparpagliai della neve sopra tutti i dischi co'l sólito cucchiajo di ferro. Sopra quelli di metallo la fusione era momentanea, se anche ve ne gettava in abondanza oltre l'usato; su i dischi di vetro e di legno non si fondeva se non che assai lentamente, e al solo contatto.

## § IV.

### Circa le cause dei fatti esposti. Nuova prova immediata dello sviluppo di elettricità per azione chimica nella pila di Volta. Dipendenza di detti effetti dal calorico nativo dei corpi.

Tutti i Fisici comprendono di quale importanza sia la cognizione delle forze molecolari generatrici dei fenomeni elettrici, magnetici, capillari, e di tutti quelli della materia organica, anzi in genere di tutta la natura; e nello stesso tempo quasi tutti disprezzano o almeno non curano le osservazioni dei minuti fenomeni. È questa una vera contradizione con sè stessi. Invece si abbandonano a sistemi fantastici, creando sostanze imponderabili ed átomi materiali, e distribuendo con la imaginazione sì a quelli che a questi delle forze primigenie, per applicare poscia tutto questo alla spiegazione dei fenomeni. Finchè si proseguirà con questo metodo chimerico, invece che consultare la natura nelle sue minute operazioni, cause di tutti i grandi effetti sensibili, non si farà che comporre volumi di errori, i quali arresteranno ancora per lungo tempo i veri progressi della scienza teorica.

Le osservazioni e gli sperimenti di cui sopra, fatti in aperta campagna, hanno importanza appunto perchè riguardano azioni molecolari. Ora mi accingo a mostrare la connessione dei fatti esposti con la teoría elettro-chimica delle elettricità; e rimontando più in alto anche co' miei principj di mecanica molecolare, che ho tratti non dalla fantasía, com'è di costume, ma dalle sperienze.

Un primo risultato ottenuto è lo sviluppo di calore fondente o volatilizzante le molecole (§ II.) in contatto di metalli a temperature di più gradi sotto lo zero. D'onde viene quel calore? Vi rispondono altri fatti contemporaneamente rilevati, che viene da azione chimica di quelle molecole su i metalli. Tali fatti sono: 1.° le evidenti marche di ossidazione che lasciano su i metalli quelle molecole dopo evaporate; 2.° l'impedimento allo sviluppo del calore fondente, che oppone un velame comunque legge-

rissimo di ossido che contratto abbia il metallo, velame che toglie appunto o diminuisce l'azione chimica; 3.° il minore sviluppo di quel calore fondente nel contatto dell'argento in confronto di metalli più ossidabili (§ II. num. 2. e 3).

Un secondo risultato è la nuova congelazione delle molecole dopo essersi fuse in contatto dei metalli, se la temperatura era inferiore a 0.° Di ciò si comprende facilmente la causa: il calore sviluppato a primo tratto dall'azione chimica non poteva per la celerità del suo sviluppo essere súbito tolto dal freddo dell'aria, ma veniva sottratto in séguito. Per altro la continuazione dell'azione chimica svolgendo sempre nuovo calore, fra le molecole gelate ed il metallo si manteneva uno straticello liquido, che le rendea mobili su la superficie; e inoltre ivi l'aria non penetrava, a togliere co'l suo freddo quel perenne calore in modo da produrre nuova congelazione.

Terzo risultato è lo sviluppo di un'attrazione fra quelle molecole prima fuse, e poi di nuovo gelate con corpi stranieri, e massimamente con uno spigolo o con una punta di metallo (§ III). Quell'attrazione anche alla distanza di una linea si mostra da per sè stessa di carattere elettrico. Ma qui è noto dalle teoríe, principalmente le più recenti, che l'azione chimica dei liquidi su i metalli è sorgente di elettricità; che il metallo si costituisce negativo, ed il liquido positivo. Laonde quelle molecole di nuovo gelate erano elettrizzate positivamente; per lo che doveano essere attratte da qualunque corpo neutro, e massimamente dalla estremità acuminata di un metallo. Le prime molecole attratte scaricandosi della loro elettricità, divenivano atte in conseguenza ad attrarne delle altre; d'onde la loro riunione in più serie attorno la estremità del corpo straniero, come dimostra il fenomeno.

Ecco dunque che mentre la teoría elettro-chimica porge la chiara spiegazione del fenomeno osservato, questo dal suo canto dimostra in un modo immediato, che dall'azione chimica dell'aqua meteorica su i metalli si sviluppa elettricità insieme co'l calore; d'onde anche nella pila di Volta calore ed elettricità devono procedere dall'azione chimica dei liquidi su i metalli.

Fin quì parlano a bastanza le teoríe generalmente ammesse di sviluppo di calore e di elettricità co'l mezzo delle azioni chimiche; ma le stesse teoríe non rispondono ad altri fatti quì sopra rimarcati nelle mie osservazioni; cioè:

Che su gli stessi metalli il calore, sia fondente, sia volatilizzante, si sviluppava maggiore del proporzionale secondochè erano piccole le molecole gelate: per lo che le minime si fondevano a temperature, a cui le maggiori resistevano; ed alla stessa temperatura le minori erano le più pronte a fondersi e volatilizzarsi (§ II. num. 2 e 3).

Che anche in contatto del vetro, e più in contatto del legno e delle resine, si sviluppava una certa quantità di calore fondente, benchè molto minore che su i metalli: per cui alla temperatura 0° si formava uno strato liquido comunque leggero, che progressivamente si aumentava fra quei corpi e la neve sovraposta, mentre di sopra si conservava allo stato naturale; e ciò quantunque niun'azione chimica fosse sensibile fra la neve e quei corpi, nè si potesse supporre nel caso del vetro (§ II. num. 2 e 7).

Che generalmente in modo analogo fra la neve ed ogni corpo che vi sia sottoposto si forma co'l tempo uno strato liquido, mentre la neve al di sopra resta al suo stato naturale: strato liquido, il quale poi sovente si converte in gelo trasparente o per abbassamento ulteriore della temperatura dell'aria, o per disgelo superiore che assorba da quello calore allo stato latente (§ II. n.° 8).

Dunque anche senz'azione chimica sensibile si sviluppa un calore fondente o volatilizzante in contatto di molecole gelate d'aqua co'i corpi solidi: al che le teoríe ammesse non rispondono.

Di questi fatti ulteriori si rende ragione co'miei principj di mecanica molecolare, o sia con lo sviluppo del calorico nativo sempre maggiore secondo la tenuità a cui viene ridotta la materia, e di cui i corpi sono dotati più o meno secondo la diversa loro natura.

Il mio principio, tratto da lunga serie di esperienze, si è, che fra le parti della materia grandemente attenuata si sviluppa una forza di repulsione, la quale tende a dividere le parti con sempre nuovo sviluppo della stessa forza; cosicchè ogni divisione diviene causa di nuovo sviluppo della stessa forza, e così progressivamente: per lo che la ho chiamata *forza di espansione*. E siccome la stessa forza, più o meno energica secondo la varia natura delle sostanze, è anche principio di calore, sotto questo rapporto la ho chiamata *calorico nativo.*

Ho trovato inoltre che quella forza interviene essenzialmente nelle combinazioni chimiche, producendo divisioni interne e recíproche delle sostanze, e riducendo in tal modo al contatto le molecole da combinarsi,

le quali allora agiscono per mutua attrazione. D'onde ho mostrato che senza il suo esercizio le combinazioni chimiche non potrebbero avvenire, perchè le molecole da combinarsi non si ridurrebbero al contatto; ed in conseguenza ho anche mostrato che l'esercizio di quella forza precede le stesse combinazioni: e tutto ciò sempre con la scorta delle sperienze.

Ho pure mostrato che da quel principio sorge il calore delle chimiche azioni, cioè perchè dai corpi con la divisione delle parti si svolge il calorico nativo.

In fine pe' suoi caratteri la stessa forza si è manifestata essere anche il principio comune delle due elettricità, per due modificazioni finora ignote. Ma nel maggior numero di casi da me osservati del suo originario sviluppo agisce come semplice forza repulsiva fra le parti della materia, senza spiegare il carattere di forza elettrica, come in que' casi semplicissimi si sviluppa ed agisce senza produrre chimiche azioni.

Questi principj si trovano esposti con le loro prove sperimentali negli *Annali delle Scienze del Regno Lombardo-Veneto* del 1833, e Vol. I. a pag. 152-181. Si veggano al proposito segnatamente le Proposizioni 2. 7. 8. 9. alle pag. 29-36, e Vol. I. pag. 155 e 156-160, e le Proposizioni 24. 26. 28. 29. 30. alle pag. 85-92, e Volume I. pag. 173-177.

Con questi principj si rende ragione di ciò che avviene su i metalli secondo i fatti suesposti, di tutte le loro circostanze, e dei fatti ulteriori, a cui le teoríe ammesse non rispondono.

Le molecole di neve o di brina in contatto dei corpi acquistano la tenuità opportuna alle sviluppo della suddetta forza di espansione o calorico nativo, e ciò a causa anche delle minime asprezze superficiali di essi corpi. Ogni più piccolo principio di tenuità opportuna a quello sviluppo dà origine alla suddetta progressione alternativa e crescente; cioè ogni minima divisione di parti è causa di sviluppo di quella forza di espansione o calorico nativo; questa è causa di divisione ulteriore, per cui si sviluppa nuova forza, e così progressivamente.

Dove vi è azione chimica, come fra le molecole d'aqua gelata ed i metalli, il calorico nativo atto alla loro fusione a certe temperature, o alla loro volatilizzazione a certe altre, procede dalla stessa aqua e dagli stessi metalli che ne sono ricchi (loc. cit. Prop. 8. pag. 35, e Vol. I. pag. 158). Lo stesso calorico nativo è anche il principio della elettricità che si sviluppa e che si è osservata (§ III).

Quanto più piccole sono le molecole, più vigoroso è lo sviluppo di detta forza, principio di calore (loc. cit. Prop. 9. pag. 36, e Vol. I. pag. 160; Prop. 30. pag. 92, e Vol. I. pag. 177). Quindi le loro fusioni a temperature minori, secondo che sono piccole; ed alla stessa temperatura le loro fusioni o volatilizzazioni più pronte (§ II. num. 2. e 5).

Dove l'azione chimica è nulla o insensibile, come al contatto delle dette molecole co'l vetro, o con resine, o con corpi vegetabili, il calorico nativo procede in tutto, o per la massima parte, dalla sola aqua, che n'è povera. Dunque nè fusione nè volatilizzazione pronta, come nel caso di azione chimica su i metalli, nè segni sensibili di elettricità.

Però il calorico nativo benchè scarso dell'aqua, e lentamente sviluppato, accumulandosi co'l tempo fra quelle molecole e la superficie del corpo, genera la loro fusione. Quindi uno strato liquido che si genera fra la neve ed i corpi sottoposti, il quale alle volte si gela di nuovo per le cause suesposte (§ II. num. 8. 9).

## § V.

### Co'l calorico nativo si rende ragione dello sviluppo di elettricità dalle chimiche azioni, e dello sviluppo di queste dalla elettricità.

Si sapeva, secondo le sperienze, che dall'azione chimica sorge la elettricità, e che dalla elettricità sorge l'azione chimica. I fatti della pila di Volta mostrano in un modo distinto che i due effetti sono a vicenda l'uno causa dell'altro. E da quei fatti ho concepita anche ivi una progressione alternativa; cioè che una minima azione chimica svolga da principio una minima elettricità, che questa sia causa di aumento della stessa azione chimica, e questa accresca lo svolgimento della elettricità; e così progressivamente fino ad un certo límite, parlando della pila (vedi *Annali delle Scienze ec.* del 1834, pag. 54).

Ma non si sapeva poi come l'azione chimica sviluppasse elettricità, nè come dalla elettricità sorgesse l'azione chimica; si sapeva cioè che un effetto segue l'altro, ma non come uno produca l'altro: mancava la cognizione del nesso fra i due effetti.

Il mio principio del calorico nativo spiega quella connessione, e la recíproca dipendenza dei due effetti; e ciò per essere quel calorico tanto una forza agente nelle chimiche combinazioni, quanto il principio comune delle due elettricità. Ecco in qual modo.

Quel calorico o quella fora di espansione delle due sostanze è causa delle loro divisioni interne e recíproche con iscambievoli irruzioni, e quindi delle combinazioni delle molecole poste a mutuo contatto, agendo allora le loro attrazioni. In ciò consiste l'azione chimica. Ogni divisione è causa di nuovo sviluppo di calorico nativo; questo è causa di divisione ulteriore; e lo stesso calorico è insieme il principio comune delle due elettricità. Dunque le elettricità si sviluppano insieme con le chimiche azioni. Reciprocamente come il calorico nativo di nuovo svolto è causa di progresso ulteriore dell'azione chimica, così anche la elettricità, in cui si trasforma quel calorico, è causa dello stesso progresso.

Siccome però l'azione chimica è costituita di due parti, cioè la divisione delle due sostanze in molecole, e l'attrazione delle une con le altre, quando in virtù di quella divisione interna e recíproca sono poste a mutuo contatto; così in certo modo è impropriamente detto che l'azione chimica svolga elettricità. Bisogna dire invece, che la divisione delle parti, cioè la prima operazione che ha luogo nell'azione chimica, è la causa di sviluppo di elettricità. D'onde si scorge che quello sviluppo ha una stretta analogía con quello che procede dal fregamento, anzi che la causa è la stessa. Io poi ho spiegato co'l principio del calorico nativo anche il calore che si svolge co'l fregamento dei corpi (vedi *Annali delle Scienze ec.* del 1833, pag. 98. Prop. 32., e Volume I. pag. 180).

## § VI.

### Lo sviluppo di calore fondente e volatilizzante è causa di scarsezza di brina e di rugiada su i metalli. La potenza delle punte e degli spigoli ad aggregare le molecole di brina è un effetto di carattere elettrico dipendente da sviluppo di calorico nativo.

1.° Ora si comprende la causa per cui su le superficie dei metalli scarseggia grandemente la brina in confronto degli altri corpi. Dico che scarseggia, perchè lasciandoli a lungo esposti nelle notti invernali calme e serene, un'absenza assoluta non vi è mai; anzi ai loro spigoli si forniscono di brina molto bene, come dirò qui sotto.

La causa è lo sviluppo del calore fondente e volatilizzante che si sviluppa in contatto co'i metalli delle molecole di gelo nuotanti nell'aria, e costituenti i vapori gelati, dai quali viene prodotta la brina nelle notti di basse temperature (§§ I. e II).

2.° Per la stessa causa manca nelle altre stagioni la rugiada su i metalli, o vi scarseggia in confronto degli altri corpi. Allora sono le molecole d'aqua liquida, che in contatto dei metalli per l'azione chimica che vi esercitano, ed energica secondo la loro tenuità, vengono volatilizzate pe'l calorico che da quell'azione si svolge.

È poi chiaro che essendosi trovato sviluppo di elettricità insieme co'l calore fondente, per l'azione chimica delle molecole gelate su i metalli (§ III.), dee pure svolgersi elettricità anche nelle altre stagioni al contatto co'i metalli del vapore notturno che forma la rugiada.

3.° Co'miei scritti circa la causa della rugiada e della brina, publicati negli *Annali delle Scienze del Regno Lombardo-Veneto*, ed in questo Volume riportati, con la scorta di esatte osservazioni ho dimostrato che l'una e l'altra procedono da un vapore notturno che ascende di notte dal terreno, e anche dalla stessa neve: vapore che d'inverno può essere gelato (§ I.), il quale è più caldo dell'aria soprastante, e si condensa in contatto di questa e dei corpi freddi come la stessa aria. Nei medesimi scritti ho dimostrato in più modi essere fallace la teoría comunque seducente del Fisico Inglese Wells, che faceva consistere la rugiada e la brina in una precipitazione su i corpi dell'aqua di saturazione esistente nell'aria anche di giorno; e ciò per un raffreddamento di essi còrpi al di sotto dell'aria, generato da irraggiamento del loro calore negli spazj celesti: ipotesi di cui il massimo fallo è di non tener conto del vapore notturno ascendente più caldo dell'aria soprastante, ch'è un fatto costantissimo e incontrastabile.

Secondo quella teoría, ai metalli non si attaccherebbe nè rugiada, nè brina; per questo, perchè non si raffreddano al di sotto dell'aria per difetto d'irraggiamento del loro calore negli spazj celesti. Ma ciò importerebbe che fossero assolutamente privi di brina, e invece soltanto ne scarseggiano in confronto di altri

corpi; e di più importerebbe che ne restassero privi anche gli spigoli, e invece anche gli spigoli dei metalli ne restano bene forniti.

Nelle mie Memorie ho addotta anche questa fra le tante incoerenze di quella dottrina co' i fatti; ora poi, più che non feci allora, ho mostrata la vera origine della scarsezza di brina su i metalli, cioè dipendentemente da un' azione chimica delle molecole al contatto, la quale svolge un calore che le volatilizza.

Resta a parlare dell' attaccarsi della brina abondantemente agli spigoli degli stessi metalli.

4.° Premetto sempre che il vapore notturno o gelato, nell'atto stesso della sua uscita dal terreno o dalla neve, o che si gela dopo uscito nell'aria, subisce uno stato di condensazione e di precipitazione, perchè trova l'aria soprastante più fredda di sè stesso, e i corpi freddi come questa; siccome i miei sperimenti esposti nelle dette Memorie hanno dimostrato. Dunque l' attaccarsi della rugiada o della brina ai corpi ha per causa generale il maggior freddo di essi in confronto del vapore anche gelato che ascende.

Su le superficie metalliche si precipita pure per la stessa causa quel vapore; ma súbito dopo il calore che si sviluppa per l' azione chimica lo volatilizza. Nello stesso tempo si sviluppa elettricità, come si è veduto (§ III.), e il metallo contrae la negativa. Questa tende, com'è noto, a disiparsi per le estremità acuminate degli spigoli. Ivi dunque attrae le molecole di gelo nuotanti nell' aria; e queste attratte, partecipando dello stesso stato elettrico, ne attraggono delle altre; e così successivamente, formandosi delle frange o barbe di brina, come avviene in fatto. L' azione delle molecole su la superficie, che svolge elettricità, è continua; quindi è perenne quell' attrazione agli spigoli. Per altro le molecole una volta aggregate continuano ad esserlo anche per le attrazioni di coesione fra loro, e di adesione co 'l metallo.

5.° L' aggregazione delle molecole di brina in forme di barbe e frange agli spigoli avviene su tutti i corpi, anzi agli spigoli dei corpi non metallici riesce più abondante; ma non è egualmente facile renderne ragione, benchè il fenomeno per sè stesso, e massimamente co 'l confronto del caso dei metalli, si mostri di carattere elettrico.

Le molte osservazioni che ho fatte in proposito mi dimostrarono la generalità e la costanza di quell' effetto; su di che passo a dare qualche detaglio.

Lungo gli spigoli e su le punte o di erbe o di fusti o di rami è sempre abondante l'aggregazione delle molecole gelate per sovraposizione. Le superficie liscie dei rami o delle foglie ne sono pressochè spoglie. Le erbe pelose al contrario ne sono abondantemente ricoperte anche alle superficie, oltre averne il contorno riccamente fornito. Tutte le foglie o verdi o secche hanno i loro perímetri carichi di abondantissima brina, mentre manca o scarseggia su le rotondità dei tronchi e dei rami grossi. I rami minuti ne sono forniti, e vie più secondochè sono sottili, o sia quanto più si avvicinano allo stato di spigolo o punta; cosicchè le gemme prominenti dai ramoscelli ne sono più cariche dei ramoscelli stessi. Se un grosso tronco di albero è reciso od infranto, mentre pochissima è la brina attaccata alla sua rotondità e alle parti bene recise, tutti gli spigoli e tutte le estremità puntate ne sono fornite, e vie più secondochè sono tenui. Anche lastre di ghiaccio che abbiano contorni acuti si forniscono alla notte sopra questi di frange di brina.

La terra lavorata e non coperta di vegetabili contiene brina assai meno che i vegetabili; se ne forniscono le piccole prominenze: ed i frantumi di vegetabili secchi, che vi sono sempre da per tutto su la terra, si coprono di brina, seguendo sempre la legge di disposizione a frange alle estremità. Ebbi anche ad osservare che nella composizione di quelle frange le propagini affettano sempre le forme lamellari ed il parallelismo fra loro.

Vi è dunque da per tutto nell' aggregazione dei cristalletti della brina un' azione crescente secondo la tenuità della materia; ed è tanta l' azione della materia attenuata in quell'effetto, che mi è accaduto vedere alcune bave di ragno acquistare il diametro almeno di una linea co 'l mezzo di quelle aggregazioni.

6.° L'azione crescente secondo la tenuità della materia negli effetti ora descritti è conforme a' miei principj di mecanica molecolare, ma non ho potuto finora determinarla con precisione per mezzo di sperimenti diretti. La spiegazione di attaccarsi la brina agli spigoli dei metalli per attrazione elettrica (n.° 4.) non si applica con la stessa facilità ai casi degli altri corpi vegetabili ed inorganici. Si potrebbe concepire anche su quelli tenuissime azioni chimiche delle molecole d' aqua, che con la loro continuazione sviluppassero una elettricità agente agli spigoli ed alle punte; ma ho osservato che il vetro, su 'l quale non si può supporre azione chimica, mentre si carica abondantemente di brina alle sue superficie, benchè liscie, nello stesso tempo contrae ricche frange di brina a' suoi spigoli, seguendo in ciò la legge generale degli altri corpi.

7.° Bensì tanto su'l vetro quanto su i metalli, ov'erano più liscie le superficie, io trovava espansa in lamine sottilissime e continue la brina; il che attestava che le molecole erano passate per lo stato liquido, quantunque la notturna temperatura fosse stata sempre di più gradi sotto il gelo. Tali laminette o macchie gelate erano dentate nei loro contorni, o pure terminate con orlo più rilevato del rimanente: circostanze queste che mi davano il segnale di una resistenza incontrata nella ulteriore espansione, e il conseguente effetto di reazione in contrario, secondo uno de' miei principj di mecanica molecolare (vedi *Annali delle Scienze ec.* del 1833, Prop. 14. pag. 39, e Vol. I. pag. 161).

Quindi ancora io vedeva in ciò lo sviluppo di calorico nativo avvenuto dall'aqua meteorica gelata in contatto non solo dei metalli, ma anche del vetro; per cui, passando per lo stato liquido, avea esercitata la sua forza di espansione in superficie, e poi si era di nuovo gelata.

Dunque non mancava mai quello sviluppo al contatto delle molecole, qualunque fosse il corpo, benchè l'azione chimica fosse nulla od insensibile, come anche da altri fatti di sopra è risultato (§ II. n.° 8). Nè dovea quindi mancare lo sviluppo di elettricità, di cui il calorico nativo è principio (§ V). Che la elettricità possa svolgersi anche dove non vi è chimica azione propriamente detta, o sia con intacco di massa, e per le sole espansioni superficiali prodotte dal calorico nativo; questa è una conseguenza immediata del principio, che quel calorico è bensì causa tanto delle azioni chimiche, quanto delle forze elettriche, ma nei casi più semplici del suo sviluppo agisce senza produrre chimiche azioni (§ V.): per lo che senza di esse può anche essere causa di elettricità. Questa deduzione la ho applicata ne' miei scritti circa la sorgente della elettricità nella pila di Volta, per rispondere ai casi in cui non è manifesto che il liquido intacchi i metalli.

8.° Quando all'attaccarsi della brina ai corpi concorrono forze elettriche, necessariamente le stesse forze devono concorrere a produrre anche l'adesione delle stesse molecole allorchè sono liquide, cioè della rugiada, com'è facile da comprendere, essendovi sempre la stessa causa quì sopra determinata, cioè lo sviluppo del calorico nativo co'l mezzo del contatto. Ciò per altro non deroga punto alla causa generale della precipitazione di quei vapori notturni, o gelati o liquidi, ascendenti dal terreno, sia nell'aria più fredda che incontrano, sia su i corpi freddi come l'aria. La precipitazione è il primo effetto; l'adesione per virtù elettrica, sviluppata come sopra co'l mezzo del contatto, è il secondo.

È stata fatta qualche osservazione circa le disposizioni delle molecole di rugiada su i corpi, che indicano il concorso di azioni elettriche; ed io pure ho ravvisata la sua disposizione a globetti appunto su le parti acuminate, ad imitazione della brina: ma su di ciò non ho proseguito.

9.° Infine debbo anche notare, che formando una coppia di due dischi metallici eterogenei alla maniera di Volta (zinco e rame), e lasciandoli esposti in notte di brina, non ne acquistavano nè più nè meno di altri dischi consimili, senza essere accoppiati. Essendo un effetto elettrico quello di contrarne agli spigoli (n.° 4.), quella indifferenza del contatto eterogeneo sta contro la teoría dello stesso Volta.

10.° Finirò come ho incominciato: cioè co'l dire che i fenomeni meteorologici sono in gran parte involti da oscurità circa le loro cause; che le teoríe fisiche finora conosciute possono soltanto somministrarne dei barlumi, quando sieno esatte le osservazioni; e che in molti casi trovansi le tracce di azioni elettriche, ma non ancora bene determinate, e senza conoscere a bastanza nè come agiscano, nè quali siano le loro modificazioni. Nello stesso tempo soggiungo, che in questa Memoria ho dato dei saggi d'influenze delle azioni molecolari secondo i miei principj sperimentali nei fenomeni meteorologici, e dei saggi di azioni particolari a bastanza determinate in alcuni di quei fenomeni del calorico nativo con isviluppo di elettricità.

---

# Risposta del Dott. Ambrogio Fusinieri ad un Articolo del signor Macedonio Melloni circa la causa della sollecita fusione della neve attorno le piante, inserito nella *Bibliothèque Universelle*, Mai 1838, pag. 149.

(Inserita negli *Annali delle Scienze del Regno Lombardo-Veneto* del 1838, Bim. IV. e V. pag. 227.)

## § I.

### Circa la teoría di Melloni su'l calorico raggiante.

In una Memoria inserita nel Bim. I. di quest'anno, pag. 38, e quì sopra a pag. 112, ho dimostrata con molte osservazioni ed esperimenti l'azione di tutti i corpi, e massimamente dei vegetabili, nella condizione di essere percossi dalla luce del Sole, a fondere o volatilizzare la neve non solo in contatto con loro, ma anche a distanza, molto più presto di quello che faciano i raggi diretti del Sole; e dai fatti relativi a quell'effetto generale ho conchiuso (pag. 58, e quì sopra a pag. 124), ch'esso non è spiegabile nè con la teoría del calore stagnante e della sua comunicazione per contatto, nè con la teoría del calore raggiante.

Il sig. Melloni nel citato Articolo conviene con la mia conclusione, cioè non essere spiegabili gli effetti che ho osservati con le teoríe, come sono generalmente ammesse, del calore nè pure allo stato raggiante; ma pretende di aver egli ultimamente introdotte nella scienza nuove particolarità teoriche circa il calore raggiante, con le quali si possa renderne ragione; e m'imputa d'ignorare le sue nuove dottrine.

Io conosceva bensì gli effetti da lui ottenuti, come ho accennato in fine della stessa Memoria, pag. 60, e quì sopra a pag. 125; ma in quanto alla sua teoría di considerare in modo assai vago il calore in sè stesso costituito da raggi eterogenei a guisa di quelli della luce, senza determinare le differenze specifiche, e senza stabilirne un sistema, qualificandoli soltanto diversamente assorbiti e trasmessi o al variare delle sostanze trasmittenti, posta la stessa sorgente; o al variare delle sorgenti, posta la stessa sostanza trasmittente; o al variare anche di una seconda sostanza trasmittente fraposta fra la prima e la sorgente; io non credo che tale indeterminata eterogeneità, ch'egli chiama *diatermansia*, possa essere ammessa nella scienza: perchè quando si dice *calore* s'intende una cosa sola, cioè la forza che fa dilatare i corpi, e che si misura in tutti i casi con le dilatazioni del termometro; e perchè delle supposte qualità diverse di raggi dotati della stessa forza calorifica egli non porge idéa alcuna. Anzi con una specie d'implicanza ha preteso dedurre la esistenza di diverse ignote qualità di forza calorifica co'l mezzo di diverse intensità o quantità della stessa forza; e ciò mentre ammette che a forze calorifiche eguali le ignote quantità sieno differenti: sicchè ora le quantità di detta forza non servono a distinguere le quantità differenti; ed ora queste vengono dedotte dalle quantità della forza (vedi negli *Annali delle Scienze ec.* dell'anno 1836, pag. 327). Le quantità poi di forza dilatatrice dei corpi, che servirono di base al sistema dei raggi eterogenei, l'autore ha preteso misurarle non co'l termometro, ma con le diverse indicazioni della sua pila termo-elettrica, le quali non sono che effetti magnetici; senza dimostrare che gli effetti del suo strumento sieno proporzionali alle forze calorifiche dei raggi che giungono alla faccia della pila.

Siccome è possibile che il calore raggiante trasporti con sè materia attenuatissima, e diversa secondo le varie sorgenti da cui parte e secondo le varie sostanze che trapassa, come tutto lo índica, e come ne ho dato un saggio negli Annali del 1834, pag. 109, e Vol. I. pag. 267; il che è anche analogo ai trasporti della materia nelle scariche elettriche, come ho scoperto, e nelle stesse correnti elettriche della pila, come ormai è notissimo: così di conseguenza è possibile che le qualità delle materie trasportate concorrano a rendere più o meno assorbibili, più o meno trasmissibili gli stessi raggi, secondo le varie sostanze in cui entrano; e di più è possibile che le materie trasportate concorrano a modificare le correnti elettriche eccitate dentro una pila dai raggi di calore che vi giungono, le quali sommandosi passano nel filo del galvanometro; ed infine è possibile che le materie trasportate dalle correnti elettriche influiscano più o meno anche allo sviluppo della forza magnetica che fa deviare l'ago del galvanometro. In tali casi le forze calorifiche dei raggi non sareb-

bero punto proporzionali nè alle correnti elettriche eccitate nella pila, nè all'effetto ultimo magnetico prodotto nell'ago del galvanometro.

Ma, indipendentemente da tali possibilità, la stessa ignoranza del modo con cui il calore ecciti nei metalli le correnti elettriche, e l'altra ignoranza profondissima della causa per cui le correnti elettriche eccitino il magnetismo in direzioni normali a sè stesse; tali ignoranze, dico, bastano perchè non s'abbia ad ammettere cecamente, come fece il sig. Melloni in tutte le sue Memorie, che l'effetto ultimo del suo complicato strumento, cioè la forza deviatrice dell'ago magnetico, sia proporzionale alla forza dilatatrice o sia calorifica dei raggi che giungono alla faccia della pila: proporzione ch'egli ha presa per base di tutte le sue teoriche deduzioni circa originarie eterogeneità dei raggi calorifici.

Questo essenziale difetto del suo sistema, di usare gratuitamente il suo strumento come termometro, io l'avea rimarcato negli *Annali delle Scienze ec.* dell'anno 1834, pag. 49; e posteriormente nell'anno 1836, pag. 109.

I Commissarj poi dell'Academia di Parigi, destinati a fare rapporto circa le sperienze di Melloni, o che se ne siano avveduti da sè stessi, o che ne siano stati avvertiti almeno dal primo di detti miei Articoli, hanno cercato unitamente al Melloni di provare con esperienze il suddetto principio di proporzionalità, trovandolo necessario; e dichiarando in una Nota finale del Rapporto, esser quello la base fondamentale di tutte le deduzioni del Melloni; o, per meglio dire, si sono prefissi di trovare la prova del principio dopo averlo già presupposto, come quello che serviva di base anche ad un loro sistema teorico, che chiamarono *definizione del flusso calorifico,* e che occupa la massima parte del Rapporto: sistema alquanto diverso dalla *diatermansia* di Melloni, della quale non fanno parola; e sistema a cui hanno anche applicato il calcolo, che già si presta a qualunque astrazione, senza determinare altro che rapporti generici di quantità. Di tale sistema di flusso calorifico, ch'è pure oscurissimo in quanto alle idée fisiche fondamentali, ho fatto qualche cenno negli *Annali delle Scienze del Regno Lombardo-Veneto,* anno 1836, pag. 111.

In quel Rapporto, co'l quale i Commissarj hanno preteso spingere fino all'esattezza matematica la teoría della eterogeneità calorifica, senza basi d'idée di qualità diverse, io trovo intanto questo di notabile (pag. 469. 470. 475), che i raggi dotati delle ignote qualità diverse si vuole ch'escano da qualsivoglia sostanza trasmittente con le loro originarie qualità, ma diminuiti qual più e qual meno d'intensità; in modo che tutta la modificazione consista nell'uscire i raggi con le qualità originarie in proporzioni differenti da quelle che avevano primitivamente. Tale conservazione di qualità originarie fu ammessa, perchè non fu pensato che i raggi potessero trasportare materia dalla sorgente, indi abbandonarla almeno in parte, e assumerne di nuova dalle sostanze trapassate; co'i quali trasporti si potrebbe rendere ragione di tutti i fenomeni osservati da Melloni, come ho avvisato nelle citate Memorie, senza rendere varia in un modo affatto inconcepibile la forza dilatatrice dei corpi, la quale non è discernibile nelle sue parti se non che per mezzo di quantità.

In quanto poi al principio fondamentale della proporzionalità tra la forza calorifica dei raggi e la forza magnetica deviatrice dell'ago del galvanometro, ch'è la base dell'accennato sistema, ho preso in esame, negli *Annali delle Scienze ec.* del 1836, pag. 164, i pochi esperimenti addotti dai Commissarj per provarlo, e ne ho rilevato la insufficienza, la inconcludenza, e in parte anche la contrarietà con quello che erano destinati a provare.

Finalmente nello stesso anno 1836, a pag. 324 dei più volte rammentati Annali, con una quarta Nota ho esaminato anche una Memoria ulteriore del sig. Melloni circa la polarizzazione di calore, dove ho rimarcato che i nuovi amminicoli da lui aggiunti nell'uso del suo strumento, già per sè stesso complicatissimo, per prevenire le inesattezze dei risultamenti, vennero a spargere del gran dubio su i precedenti suoi risultamenti di fatto, che servirono di base al suo sistema. Quando poi si legge inoltre nei Rapporti dei Commissarj dell'Academia (pag. 448) la grande massa di minutissime precauzioni che hanno trovate necessarie per ottenere, secondo essi, risultamenti numerici comparabili degni di confidenza, la ragione si rifiuta ad ammettere che con una complicazione così enorme di cose si possano sostituire i risultamenti ottenuti con lo strumento del Melloni a quelli di un termometro, se anche fosse provato il principio della proporzionalità fra i segni dell'uno e i segni dell'altro.

Ho rimarcato in fine nella stessa mia quarta Nota, inserita negli Annali ec. del 1836, a pag. 327, che il Melloni con una Nota assai tarda, dopo tante Memorie che hanno supposto quel principio senza prova, si è accinto a persuaderne i suoi lettori con una parte delle stesse sperienze, di cui io avea mostrata la incon-

cludenza, abbandonando le altre, alterando quello che i Commissarj ne aveano riferito, e inviando i lettori a vedere maggiori detagli delle stesse sperienze in quel Rapporto, dove invece vi è molto di meno.

Il sig. Melloni adunque, in luogo d'imputarmi d'errore per non avere considerate le sue teorie, dovea rispondere alle dette mie Memorie, che non possono essergli occulte, e cominciare dal difendere le teorie stesse contro le fatte objezioni, invece che darle come già ammesse nella scienza: al che non bastano nè il suo desiderio, nè l'autorità dei Commissarj dell'Academia di Parigi, i quali nella oscurità della cosa hanno anzi formato un sistema proprio alquanto diverso, e soggetto alle stesse difficoltà.

## § II.

### Circa la spiegazione di Melloni della sollecita fusione della neve attorno le piante.

Vengo ora alla spiegazione ch'egli intenderebbe dare del generale fenomeno da me osservato della sollecita scomparsa della neve attorno e sotto le piante.

Egli suppone (pag. 152), secondo la sua teoría, di cui sopra, che vi siano diversi calori raggianti, benchè con le stesse forze dilatatrici dei corpi. Dice ch'è un errore il supporre costanti nei corpi i poteri assorbenti dei diversi calori, mentre le sue sperienze hanno mostrato che quei poteri soffrono dei grandi cangiamenti, quando si fa variare la qualità dei raggi calorifici.

Dopo questa premessa avrebbe dovuto passare alla spiegazione del fenomeno, di cui si tratta; ma invece passa ad esporre alcune sue sperienze circa effetti più o meno analoghi a quel fenomeno, e conclude (pag. 155), che la fusione sollecita della neve attorno le piante, in luogo di trovarsi in opposizione con le *teorie attuali* del calore raggiante, non ne è che una conseguenza molto semplice.

Così egli applica in un modo molto indeterminato il suo principio al caso della neve, di cui si tratta; ma lo sviluppo dell'applicazione svela altre difficoltà, e singolarmente una implicanza con altre parti della stessa teoría.

Bisogna in primo luogo ammettere con lui, che vi siano calori di qualità diverse con eguali intensità, o sia con forze eguali di dilatare i corpi. Delle qualità diverse dei calori egli non porge alcuna idéa; è una deduzione astratta ch'egli fa: e di più bisogna ammettere che le qualità e le forze calorifiche dei raggi siano reciprocamente indipendenti.

In secondo luogo egli suppone che calori diversi di qualità, ed eguali d'intensità, vengano diversamente assorbiti da un dato corpo: sicchè ve ne sia uno di una certa qualità che resti più assorbito di tutti gli altri, un altro meno, e così gradatamente per gl'intermedj: quindi, che i più assorbiti possano con intensità minori riscaldare quel corpo più di quello che faciano i meno assorbiti con intensità maggiori.

Io rifletto che, secondo questa dottrina, il termometro non sarebbe più il misuratore del calore complessivo, che comprende le diverse specie dal sig. Melloni supposte; imperciocchè la sua dilatazione sarebbe soltanto il risultamento di tutti i parziali ed ineguali assorbimenti di alcune specie determinate dalla sostanza di cui il termometro è composto. Non misurando il calore complessivo, non misurerebbe più la vera temperatura; e i termometri di sostanze diverse, come di mercurio e di alcool, non andrebbero più d'accordo: così i termometri ad aria non sarebbero più comparabili con nessun altro. Ciò tutto stando contro il fatto, il principio è inammissibile. S'intende già che anche nel calore stagnante vi dovrebbero essere le diverse specie, come nel raggiante.

Ma proseguiamo con la spiegazione che intende dare il sig. Melloni. Secondo lui, le piante emettono tali qualità di raggi, che sono avidamente assorbiti dalla neve, sicchè una certa quantità o intensità di questi produca il suo scioglimento; mentre i raggi diretti del Sole, benchè d'intensità molto maggiore, non producono l'effetto per essere assorbiti in quantità molto minore.

Ognun vede che in tal modo il sig. Melloni suppone che i raggi del Sole prima assorbiti e poi emessi dalle piante, abbiano qualità moltissimo diverse da quelle dei raggi diretti, cioè che abbiano cangiato natura: imperocchè senza di ciò i raggi assorbiti ed emessi dalle piante non sono altro che una parte dei diretti; ed in questi esistono già in abondanza ben maggiore anche quelli che si suppongono dalla neve prediletti per l'assorbimento.

Ma quali sono le sperienze del Melloni, che provino il cangiamento di natura dei raggi del Sole quando vengono assorbiti e poi emessi dai corpi? Egli non lo ha certamente provato; anzi in una nota a pag. 153

promette un'Opera, non ancora terminata, circa i poteri assorbente ed emissivo dei corpi in generale: sicchè questo argomento egli non lo ha ancora sviluppato. Parlerò poi della esperienza che ivi egli adduce.

Ma in contrario a quella supposizione di cangiamento di natura dei raggi per assorbimento e successiva emissione, vi sta quanto dedussero dalle Memorie publicate dal Melloni i Commissarj dell'Academia di Parigi nel loro Rapporto (pag. 470. 475. 564. 565), e come ho notato qui sopra (n.° 1); cioè che i raggi emergenti o da una sostanza o da una serie di sostanze trasmittenti hanno sempre le originarie loro qualità, e che il solo cangiamento consiste nell' emergere con le loro qualità in proporzione differente dalla primitiva, a causa dell' ineguale assorbimento avvenuto secondo le qualità diverse.

In genere dunque, se non Melloni, almeno i Commissarj hanno ritenuto che per le sue stesse sperienze i raggi della sorgente non cangino natura nella trasmissione, qualunque sia la sostanza; e ciò posto, è conseguente che non la cangino nè meno con l'assorbimento e con la successiva emissione: imperciocchè, se i corpi sono impotenti a togliere e dare qualità ai raggi, la stessa impotenza dev'esservi in ambedue i casi.

Dalla conservazione delle qualità originarie dei raggi del Sole assorbiti ed emessi dai corpi, secondo la teoría pretesa trarsi dalle sperienze del Melloni, ne consegue: che con quella teoría non si può spiegare la più sollecita scomparsa della neve attorno e sotto le piante di quello che allo scoperto; e ciò per la ragione semplicissima, che nella ipotesi delle qualità diverse vi sarebbero nei raggi diretti le stesse qualità in più abondanza di quello che nei raggi assorbiti e poi emessi dalle piante.

Che se poi il Melloni intendesse con l'Opera che promette su i poteri assorbenti ed emissivi dei corpi, che i raggi emessi debbano avere qualità diverse acquistate dai corpi che li hanno assorbiti; in tal caso gli rispondo con la Conclusione della mia Memoria su la neve (vedi qui sopra a pag. 124), ove ho già in qualche modo determinato in che possa consistere il cangiamento dei raggi non del solo calore, com'egli vorrebbe, ma particolarmente di quelli della luce, giacchè trovai questa necessaria alla produzione dell' effetto. Ho dedotto cioè, che *nei fenomeni in discorso, che avvengono in distanza, vi entri il calorico nativo, come ci entra nei casi di contatto, di cui si è detto al § I. n.° 5.; e che lo sviluppo di quel calorico sia causato dall' azione dei raggi del Sole su i corpi, trasmettendosi poscia a distanza insieme con quei raggi nella loro emissione dopo l' assorbimento.*

Nè questo contrasta con l' altra mia idéa, che nei raggi di calore in genere vi possano essere trasporti di materie attenuatissime (§ I.); imperocchè appunto lo sviluppo del calorico nativo dalla natura delle sostanze, che consiste in una forza repulsiva fra le parti, importa necessariamente quel trasporto.

Ho anzi soggiunto in quella mia Conclusione (pag. 125), che *posto un tale principio di associazione dei raggi solari prima assorbiti, e poi emessi co'l calorico nativo dei corpi, è facile arguire che simile associazione avvenga anche nella trasmissione di quei raggi e di ogni luce pe' i corpi diafani; e con tali modificazioni dei raggi trasmessi si può rendere ragione dei fenomeni osservati da Melloni.*

Egli, che ha letto la mia Memoria, disimula ch' io ravvisai l'analogía degli effetti da lui ottenuti con quelli da me osservati circa la scomparsa della neve; e che ho accennata in genere la causa possibile degli uni e degli altri con l' associazione del calorico nativo dei corpi sviluppato massimamente dall' azione della luce, e co'l conseguente necessario trasporto di materie attenuatissime. Il che dispensa da tanti sforzi inutili per provare la proporzionalità fra la intensità calorifica dei raggi e gli effetti magnetici del suo strumento, e da tante oscure chimere circa la composizione e la proprietà del *flusso calorifico,* per dare spiegazioni complicatissime, arbitrarie, e pressochè inintelligibili, degli effetti.

## § III.

### Particolarità della sollecita scomparsa della neve, inconciliabili con la teoría di cui sopra.

Il sig. Melloni poi ha preso troppo in astratto il fenomeno della sollecita scomparsa della neve attorno e sotto le piante, per applicarvi la sua spiegazione. Dovea cimentarla con le particolarità del fenomeno; ed avrebbe trovato che non corrisponde. La prima singolarità è quella, che l'effetto avviene non in conseguenza di assorbimento di calore oscuro che faciano le piante, ma per assorbimento di calore e luce insieme del Sole; e che questa seconda è necessaria all' effetto, come ho dimostrato con esperimenti al § II. pag. 47. 48. 49. 52. della mia Memoria, e qui sopra a pag. 117 - 118.

Egli, che non vuole nè pure la trasformazione della luce in calore, come nelle sue Memorie anteriori, e a pag. 152 dell'ultima circa la neve, perchè quella trasformazione è inconciliabile co'l suo sistema, non può certamente con una teoría confinata al calore oscuro, considerato questo distinto dalla luce, rendere ragione

degli effetti da me osservati circa la scomparsa della neve, i quali esigono come condizione necessaria l'azione della luce del Sole.

La sua spiegazione comprende inoltre una somma stravaganza. Non solo i vegetabili, ma anche le sostanze minerali, come pietre, metalli ec., producono l'effetto della scomparsa sollecita della neve all'intorno e al di sotto, come dalle osservazioni generali ed esperienze della mia Memoria, segnatamente quelle del § IV. pag. 57, e quì sopra a pag. 123. D'altro canto sotto gli alberi, dov'è tanto segnalato l'effetto, qualunque corpo è men caldo che esposto ai raggi diretti. Termometri anche vicinissimi alla neve, in atto di svanire rapidamente per azione dei rami superiori degli alberi, segnano minore temperatura che allo scoperto esposti ai raggi diretti. Lo stesso è dei termometri anche sotto altri corpi, come nella mia Memoria, pagina 55-58, e quì a pag. 123-124. In fine, chi non sa che nei calori estivi l'ombra degli alberi è ristoratrice?

Secondo il Melloni converrebbe dunque ammettere in generale, che i corpi organici e inorganici assorbissero dai raggi del Sole, e poi emettessero quelle qualità di raggi che sono le più predilette dalla neve per l'assorbimento, e che niun altro corpo fuori di essa avesse quella proprietà di assorbirli abondantemente. Ma questo privilegio per la neve, oltr'essere stravagantissimo, involve anche contradizione; imperocchè se tutti i corpi assorbono quelle qualità di raggi direttamente dal Sole, gli stessi corpi le assorbirebbero poi l'uno dall'altro per emissione. Invece, secondo la ipotesi, tutti i corpi assorbono quelle qualità, perchè poi la neve li assorba da essi; ma gli stessi corpi che sono atti a riceverli dal Sole non sono poi più atti a riceverli l'uno dall'altro, benchè si tratti delle medesime qualità di raggi: il che è contradittorio.

Che se contro la deduzione dei Commissarj (§ II.) si vuole che i raggi cangino qualità, o sia natura, nell'essere assorbiti e poi emessi; dunque le nuove qualità saranno tanto diverse, quanto sono le differenti sostanze assorbenti ed emittenti; e allora non regge più che tutti i corpi emettono quelle qualità di raggi che sono predilette dalla sola neve per l'assorbimento. Vi è dunque ancora contradizione.

Tali essendo le conseguenze dell'applicazione della teoría al fenomeno di cui si tratta, la stessa teoría è ridotta necessariamente all'assurdo.

Non si tratta poi veramente di semplice fusione della neve, ma più tosto di sua volatilizzazione anche allo stato solido, cioè a temperature di più gradi sotto lo zero. Questo è ciò che ho predicato in tutto il corso della mia Memoria, perchè mi era generalmente mostrato dalle circostanze dei fenomeni.

Dove scompariva la neve per azione dei corpi percossi dai raggi diretti del Sole, o trasmessi dalle nubi, non ho mai veduto scolare aqua. La neve scompariva gradatamente senza fusione visibile, come ho notato nella Memoria, pag. 46, e quì sopra a pag. 117. Ivi ho anche detto che nei vuoti conici di neve, che si formano attorno sottilissimi steli, ho collocato dei termometri fino alla profondità di 19 centímetri; ed ora soggiungo, che quantunque giungessero al fondo di que'vuoti, uscivano secchi, senza goccia d'aqua che li avesse bagnati. Anzi una volta essendo disceso rapidamente il termometro sino al fondo, ho sentito un colpo che mi ha mostrato il suolo nel fondo essere gelato; ed il termometro è uscito co'l bulbo netto ed asciutto.

Dunque certamente si tratta anche di volatilizzazione della neve per l'aria, ed allo stato solido a basse temperature per azione dei corpi che ricevono i raggi diretti del Sole: azione a cui ho dimostrato essere necessaria la luce assorbita. Di tale volatilizzazione anche a temperature inferiori allo zero non rende ragione il sig. Melloni co'l suo calore distinto dalla luce, che per la sua qualità sia avidamente assorbito dalla neve, ed al quale egli fa produrre fusione della neve, e non altro. La volatilizzazione per una emissione dipendente dalla luce assorbita è un effetto inesplicabile con la sua teoría.

Altre singolarità vi sono, a cui quella teoría non risponde. Tal è quella (pag. 46 della Memoria, e quì a pag. 116-117), che attorno i piccoli steli si formino vuoti di neve molto maggiori dei proporzionali, tanto se si considerano agenti le superficie, quanto se si considerano agenti le masse; e che vie più l'azione dei minori è maggiore della proporzionale, quanto più cresce la differenza dei diametri. Il sig. Melloni tiene su ciò un linguaggio oscuro, evasivo; e finisce co'l dire, senza provarlo, che quei vuoti dovrebbero essere in ragione inversa dei diametri: il che non è di fatto.

Poi vi è il curioso fenomeno, che i sottili steli inclinati formano nella neve, e sino a molta profondità, degl'intagli ristretti, ben terminati in piani verticali; e che in genere sono molto precise le impressioni che fanno su la neve le piantine vicine, con distinzioni corrispondenti alle varie loro parti. Ho rimarcato a pagina 52 della Memoria, e quì a pag. 119-123, ch'è difficile spiegare, con una forza raggiante qualunque, le profondità a cui giungono quelle impressioni strette e verticali. Il sig. Melloni si sottrae dal riscontro di queste importanti circostanze, perchè non può spiegarle.

In quanto all'azione maggiore della proporzionale alle masse ed alle superficie, e vie più secondo che si tratta di parvità di materia, ho riflettuto nella stessa Memoria, pag. 59, e quì a pag. 124, essere ciò conforme a' miei principj di mecanica molecolare circa lo sviluppo di calorico nativo.

## § IV.

### Circa esperienze del Melloni analoghe alla sollecita fusione della neve.

Tre sono le sperienze che il sig. Melloni adduce nella sua Memoria in discorso, per mostrare nel carbonato di piombo e nella neve assorbimenti maggiori di calore, con intensità eguali o minori di raggi di diverse sorgenti. Due sono fatte con la solita pila termo-elettrica; ma fa ribrezzo ogni volta che viene citato quello strumento come un termometro, per istabilire rapporti esatti di forze calorifiche (§ 1).

In una prima sperienza, fatta con la pila dipinta co'l carbonato di piombo, ottenne minore deviazione dell'ago magnetico co' i raggi di una lampada concentrati da una lente, che con la interposizione di una carta nerastra fra la lente e la pila; ma la carta era così vicina alla pila, che poteva restare riscaldato il sottile strato d'aria: sicchè in quel caso non si trattava più di solo calore raggiante.

Senza parlare della differenza numerica, sempre incerta con l'uso di quello strumento, può darsi benissimo che raggi assorbiti da quella carta, e comunicanti calore anche all'aria sottile interposta, producessero su la vicinissima pila maggiore impressione calorifica di quella dei raggi diretti o trasmessi dalla lente; e ciò per la stessa causa, che una carta nerastra collocata su la neve, e che assorbe i raggi del Sole, la scioglie sprofondandosi più di quello che faciano i raggi diretti, come nella mia Memoria a pag. 40, e quì sopra a pag. 113. Sicchè l'esperimento del sig. Melloni non è che un'analogía con l'effetto da me descritto; ed anche nel suo esperimento vi entra l'assorbimento della luce, ch'egli vorrebbe escludere come causa.

In una nota soggiunta l'Autore dice che ottenne il maggior effetto con la carta interposta, anche trasmettendo prima i raggi della lampada per un vetro nero. In questo modo intende di avere soppressa ogni azione della luce, e invece non ha fatto altro che farla assorbire dal vetro invece che dalla carta, il che nulla conclude; quando i miei sperimenti hanno provato che l'effetto avviene appunto in virtù della luce assorbita. In tal caso il vetro nero trasmette l'azione della luce assorbita alla carta, come negli alberi viene trasmessa anche da fronda a fronda, per agire poscia unitamente su la neve.

Con una seconda esperienza sottomise, per mezzo di un tubo orizontale, della neve alle azioni contemporanee di una lampada d'Argant e di una lastra di rame riscaldata. Dice che ad intensità calorifiche eguali si fondeva più presto la neve verso la lastra riscaldata. Ma le intensità eguali aveale prima determinate regolando le distanze con la sua pila termo-elettrica, ch'è incertissimo se possa servire da termometro; e in secondo luogo vi è ancora analogía con le mie sperienze, che la neve svanisce più presto per azione di raggi assorbiti e poi emessi anche dai metalli, di quello che sotto i raggi diretti, come nella mia Memoria, § IV. pag. 57-58, e quì sopra a pag. 133. Il sig. Melloni dice di avere riscaldato il rame a 400° per di dietro con lampada ad alcool, cioè con calore luminoso; sicchè ancora vi entra la luce assorbita ch'egli non considera, e che i miei esperimenti dimostrano necessaria, onde anche i metalli, come gli altri corpi, sciolgano la neve più presto di quello che faciano i raggi diretti.

Finalmente con una terza sperienza, usando ancora un tubo orizontale pieno di neve, ha esposta l'apertura del tubo ai raggi di una lampada d'Argant, ponendovi alla parte centrale, e vicinissimo alla superficie della neve, un piccolo disco di cartoncino annerito ad ambe le facce; e dopo un quarto d'ora la superficie piana della neve era divenuta scavata a tre o quattro linee di profondità verso il centro. Questa parte della esperienza non è altro che la riproduzione della mia delle carte nere su la neve, le quali si profondavano moltissimo (Memoria, pag. 40, e quì sopra a pag. 113); e anche vi entra la luce della lampada assorbita dal cartoncino nero, luce alla quale il sig. Melloni nulla vuole attribuire, perchè il suo sistema prestabilito non lo comporta.

Poi resa di nuovo piana la superficie della neve, alla lampada d'Argant sostituì una lastra di rame riscaldata a 400°, e vide il rovescio del primo caso; cioè che la corrosione della neve era più abondante all'intorno del piccolo disco di carta nera, che nello spazio di mezzo.

Ho già detto, parlando della seconda esperienza, che il rame riscaldato a + 400° assorbiva calore luminoso. Ora questo terzo esperimento, mentre conferma che il calore luminoso assorbito e poi emesso oscuro dai metalli agisce pure con forza a sciogliere la neve, d'altro canto non mostra se non che venendo intercettato

quel calore emesso da un altro corpo, cioè dal disco nero di cartone, allora co'l secondo assorbimento e con la seconda emissione l'effetto è minore. L'esperimento mostra inoltre che la carta nera deve assorbire raggi calorifici luminosi, e non raggi di calore divenuto oscuro, per isciogliere la neve più dei raggi diretti.

## CONCLUSIONE.

Senza riassumere le incertezze, le difficoltà e le incongruenze qui sopra dimostrate della teoría del sig. Melloni, e la inattitudine della stessa a dare spiegazione degli effetti da me osservati circa la sollecita scomparsa della neve attorno e al di sotto dei corpi, io mi fermerò ad una sola circostanza essenziale degli effetti stessi, la quale basta da sè sola a rovesciare il suo sistema; e questa è la necessità di assorbimento della luce del Sole, perchè avvengano quegli effetti.

Già anche nelle sperienze analoghe del sig. Melloni vi è sempre assorbimento di luce d'altre sorgenti.

Postochè egli confessa che i fenomeni di cui trattano le sue Memorie, e su i quali ha fondato un oscuro sistema, in gran parte poi modificato con nuove oscurità dai Commissarj dell'Academia di Parigi, sono fenomeni analoghi a quelli delle mie osservazioni ed esperienze circa la scomparsa della neve; e postochè ho dimostrato che quella sollecita scomparsa è effetto non solo di assorbimento di calore, ma di assorbimento insieme della luce, e che questa è necessaria; conseguenza legitima è, che non è ammissibile la sua teoría alla spiegazione di detti effetti, perchè la teoría suppone qualità proprie del calore disgiunto dalla luce.

Con l'analogía poi confessata il sig. Melloni si è imbarrazzato da sè stesso; perchè posta quell' analogía, e posta la dipendenza degli effetti da me osservati da assorbimento di luce, ciò serve a smentire in genere la sua teoría, fondata sovra supposte qualità del calore senza luce.

Si tratta d'un genere di effetti ch'è ancora misterioso, giacchè quantunque si possa travedere la influenza nei medesimi del calorico nativo dei corpi, e dei trasporti di materie attenuatissime co'i raggi di calore, siamo ben lontani dal poter determinare le spiegazioni. Ma questa non è ragione di darne altre imaginarie, implicanti, e smentite da una parte degli stessi fatti.

In genere nella Fisica bisogna precisare le cause prima d'indagare i modi delle loro azioni nella produzione degli effetti. Il sistema del Melloni è difettoso anche in questo, di avere imaginati modi d'azione di cause oscurissime ed incertissime, come sono le supposte ignote qualità diverse dei raggi di calore.

La fretta di fabricare sistemi in mezzo alle oscurità non solo delle cause, ma anche degli stessi fatti, non fa che imbarrazzare la scienza, e fraporre ostacoli alle vere ricerche ed ai veri suoi progressi.

---

## Riflessioni sopra un Articolo della *Bibliothèque Universelle*, Juin 1838, pagina 398: *Recherces sur les variations qui ont lieu à certaines époques de la journée dans la température des couches inférieures de l'atmosphère, par M. le Prof. Marcet* (Extrait etc.). — *E del preteso freddo notturno dei corpi al di sotto dell'aria per irraggiamento del calore negli spazj celesti.* Del Dott. Ambrogio Fusinieri.

(Memoria inserita negli *Annali delle Scienze ec.* del 1838, pag. 215.)

---

1.° Avendo anch'io versato a lungo negli *Annali delle Scienze ec.* circa la temperatura nelle notti calme e serene degli strati d'aria vicini a terra, con la scorta di moltissime osservazioni che mi hanno condotto a scoprire erroneo un tanto irraggiamento di calore negli spazj celesti, che raffreddasse la superficie terrestre, ed i corpi che vi giaciono sopra al di sotto dell'aria soprastante, come veniva supposto; osservazioni e deduzioni che sono totalmente ignorate nel suddetto Articolo; trovo opportuno di richiamarle e di farne il confronto, tanto perchè in alcuni punti i miei risultamenti sono discordi da ciò

che accenna il sig. Marcet, quanto perchè nell'appropriarsene alcuno lo riferisce così imperfettamente, che non basterebbe alle conseguenze importanti che ne ho tratte.

Dirò primieramente qualche cosa del suo oggetto principale, e del metodo di sperimentare che ha usato.

Mentre, secondo l'Estratto, l'autore si sarebbe proposto di meglio determinare le sperienze di Pictet e di Six, le quali versarono su'l decremento di temperatura dell'aria dal basso in alto nelle ore più calde del giorno, e circa il rovescio di notte e nelle ore prime ed ultime del giorno fino a certa altezza; in effetto poi l'Estratto non parla che di esperienze circa quell'aumento notturno: sicchè sembra che l'autore non ne abbia fatta nessuna su'l decremento nelle ore in cui ha luogo.

Fece uso di un grande fusto, composto di due abeti, alto 114 piedi; e collocati dei termometri da dieci in dieci piedi, li faceva discendere co'l mezzo di girelle, per riconoscere le temperature delle varie elevazioni. E perchè nella discesa non si alterassero i loro segni, i bulbi erano coperti di una sostanza non conduttrice, che non si sa però quale fosse.

Un tal metodo inspira veramente poca fiducia che i più alti restassero inalterati in quelle discese, che dovevano essere molto rapide, fendendo l'aria con forza; mentre lo stesso autore trovava i suoi termometri sensibili ai venti nel mostrare la mescolanza degli strati, benchè fossero coperti della ignota sostanza non-conduttrice. Questa riflessione basta a rendere assai dubia la esattezza de'suoi risultamenti.

Io proposi altra volta ne'miei scritti di fare tali confronti con piccoli areostati tratenuti da cordicelle portanti dei termometrografi, e misurando le loro altezze geometricamente; con che si potrebbe spingere le sperienze ad altezze molto maggiori di 114 piedi, e determinare con precisione le leggi di decremento diurno e di aumento notturno, e i límiti di questo nelle varie circostanze; e ciò quantunque gli areostati non fossero nella stessa verticale, nè equidistanti. Si potrebbe pure così precisare la influenza dei venti alle varie altezze.

Ecco i risultamenti che ci presenta l'Estratto.

1. L'aumento notturno di temperatura, che comincia all'occaso, è costante, qualunque sia lo stato del cielo, eccettuato il caso di venti forti. Varia però anche nelle notti serene nel límite di elevazione e nella intensità, secondo le varie stagioni. Rare volte il límite oltrepassa i cento piedi. È sopratutto d'inverno, quando il suolo è coperto di neve, che il fenomeno è più rimarcabile.

2. Il *maximum* di quell'aumento è immediatamente dopo l'occaso. Una rugiada abondante tende a riscaldare gli strati d'aria vicini a terra, e quindi a togliere le differenze di temperatura fra questi e gli strati superiori.

3. L'aumento vi è anche a cielo coperto, contro quello che sinora fu creduto, benchè a minor grado; eccettuato il caso di venti forti. Se il cielo è coperto, specialmente d'inverno, il límite è molto più basso.

4. Sopratutto d'inverno, e quando il suolo è coperto di neve, il fenomeno presenta risultamenti, che l'autore considera i più rimarcabili, circa le differenze di temperatura fra strati d'aria poco lontani gli uni dagli altri.

In dodici osservazioni fatte nel período dei più gran freddi nel passato inverno, la differenza media fra due termometri, uno a due piedi dal suolo, l'altro a 50 piedi, fu di 5°, 5. Nella bella stagione queste differenze divengono molto meno sensibili.

5. Il risultamento più rimarcabile di tutti per l'autore fu, che la temperatura dell'aria a cinque piedi dal suolo fu maggiore di 2°, 4 di quella a due piedi, calcolando la media di nove osservazioni, ed essendo il suolo coperto di neve. E nella notte 4 Genajo 1838 la differenza giunse a 4°.

Questi risultamenti sono alquanto indeterminati, e in parte discordi dalle mie sperienze fatte negli strati d'aria vicini a terra, come dirò qui sotto. Segnatamente l'ultimo, il più rimarcabile circa la rapida diminuzione di temperatura notturna dell'aria presso terra, non è che una parte molto imperfetta di quello che ho publicato in proposito.

Il sig. Marcet, a cui restò affatto sterile quell'imperfetto risultamento, giacchè niuna conseguenza ne ha tratta, mostra d'ignorare del tutto le mie sperienze relative, delle quali ho tante volte parlato nei detti Annali, sviluppandone le conseguenze, per esservi stato obligato da occasioni e provocazioni. Ma s'egli non legge gli Annali, non possono ignorare le mie sperienze e deduzioni i redattori della *Bibliothèque Universelle*, che li ricevono in cambio, e che ne riportano di quando in quando alcun Articolo, essendo uno di loro anche particolarmente associato.

Io riassumerò in succinto il quadro delle cose mie su l'argomento e in fatto e in deduzione, notando le dissonanze con quanto annunzia il sig. Marcet; ed emergerà che quel suo ultimo risultamento, per lui il più rimarcabile di tutti, non è altro che una parte imperfetta d'una legge di fatto da me publicata fino dal 1831, fecondissima di conseguenze, e che ha svelato molti errori essenziali, quantunque si voglia ancora per autorità ritenerli.

Premetto le citazioni dei luoghi negli Annali, dove si trovano le cose che ora passo a riassumere.

Anno 1831. Pag. 192. 450. 463. 480, e quì sopra a pag. 9. 19. 27. 37.
» 1832. » 60-70, 305-311, e quì sopra a pag. 39-72.
» 1833. » 365-366, e quì sopra a pag. 72-74.
» 1835. » 330 e seg., e quì sopra a pag. 74-98.
» 1836. » 92-99, e quì sopra a pag. 98-111.

2.° Le sperienze di Pictet fecero bensì conoscere una progressione crescente di temperatura nell'aria fino a certe altezze nelle notti calme e serene; ma le differenze notate riguardarono strati d'aria grossi, e distanti dal suolo. Con la stessa regola fu supposto che lo strato d'aria il più vicino a terra, alto quattro o cinque piedi, dovesse avere una temperatura uniforme in tutte le sue parti; e questo fu un errore che ne produsse ben altri.

Collocato un termometro a quattro o cinque piedi d'altezza, ed un altro o su la neve, o su'l terreno, o su l'erba corta, fu trovato che questo era di alcuni gradi più freddo di quello; e da ciò fu concluso, che la superficie della neve o del terreno fosse più fredda dell'aria soprastante.

Su la base di questa conclusione fu anche imaginato un tanto irraggiamento notturno di calore negli spazj celesti dalla superficie terrestre e dai corpi, da produrre in quella e in questi, e mantenere per tutta la notte un raffreddamento di molti gradi al di sotto dell'aria.

Così Wells, Wilson, e più di recente Boussingault alle Cordigliere, e Arago con le sue istruzioni per la navigazione della *Bonite*, e come nelle sopra citate mie Memorie.

Con quel supposto raffreddamento si è preteso determinare anche la causa della rugiada; cioè che fosse una precipitazione del vapor aqueo esistente nell'aria su i corpi resi di notte più freddi. Il che supponeva essere tanto il raffreddamento dei corpi per irraggiamento, da ridurre l'aria in contatto con essi al di sotto del suo termine di saturazione di vapore; e ciò sempre in tutte le circostanze, giacchè di notte calma e serena la rugiada vi è sempre, per quanto sia secca l'aria di giorno. Un tanto irraggiamento di calore oscuro e di basse temperature a traverso tutta l'atmosfera ed i suoi vapori, era per sè stesso assurdo. Ma non si è badato, e d'altronde non erano stati osservati tanti fatti che smentiscono quella spiegazione della rugiada, come ho sviluppato nelle citate mie Memorie.

Tutto ha dipenduto dal primo errore di supporre uniforme la temperatura del primo strato d'aria sopra terra, alto quattro o cinque piedi. Ma io invece ho scoperto, che discendendo da quell'altezza vi è sempre un decremento ulteriore di temperatura di più gradi, e sempre più rapido secondochè si si avvicinava al suolo; sicchè il primo straticello d'aria sopra terra è il più freddo di tutti, e più freddo di molti gradi del contiguo straticello di terreno o di neve, comunque sottile, il quale è più caldo non solo di quel primo straticello d'aria, ma anche degli strati superiori fino a molti piedi d'altezza.

Ho insieme trovato che tali differenze si mantengono per tutta la notte, e che hanno luogo in tutte le stagioni, purchè il cielo sia sereno, e l'aria tranquilla. Con questo nuovo fatto restò distrutto il suddetto sistema.

E pure la supposizione erronea d'uniformità di temperatura da quell'altezza sino al suolo, e ch'era la base, fu ammessa anche dopo le mie sperienze dagli stranieri, che non le conobbero o non vollero conoscerle. In Italia poi furono prima disimulate, per combattere con altri pretesti le mie conseguenze; e in fine con le mie repliche si è dovuto cedere su quelle e su queste.

Il sig. Marcet viene ora a confermare la mia scoperta co'l decremento di temperatura da lui notato da cinque a due piedi d'altezza; ma egli lo ha osservato nella circostanza d'essere il suolo coperto di neve: circostanza che sembra aver egli creduta essenziale, mentre, secondo le mie sperienze, ha luogo in tutte le stagioni.

Fu quello un fatto che lo ha sorpreso, perchè contrario alla suddetta supposizione di uniformità universalmente ammessa; e lo nota come il fatto più rimarcabile di tutte le sue osservazioni, ma non è che una parte imperfetta della mia scoperta. Dico *imperfetta*, perchè oltre non parlare che del caso d'essere il suolo

coperto di neve, non ha esplorato l'ulteriore decremento di temperatura dai due piedi fino al suolo; quindi dalla sua osservazione non ha potuto trarre alcuna conseguenza.

Ciò mi conduce naturalmente a riassumere i principali detagli delle mie sperienze, che sono comprese in otto Tavole, publicate negli anni 1831 e 1832, le prime poste in fine di questo Volume, e che riguardano tutte le stagioni.

3.° Nelle notti calme e serene il primo strato di neve o di terreno, grosso anche soltanto uno o due pollici, è più caldo di molti gradi del primo strato sottile d'aria soprastante, benchè anche questo non sia più grosso di uno o due pollici. Anche sopra la piota od erba cortissima il primo strato sottile d'aria è molto più freddo dell'erba stessa (Annali del 1831, pag. 468, e quì sopra a pag. 30, e Tav. VII., posta in fine di questo Volume). Tali differenze si mantengono tutta la notte, mentre nel suo corso ha luogo un progressivo raffreddamento dell'aria e del terreno fino a certa profondità. Non si conosce la causa di quel perenne squilibrio di temperatura fra que' due strati sottili e contigui d'aria e di terreno o di neve.

Ma intanto quel fatto dimostra che non vi è il supposto irraggiamento che raffreddi la superficie della neve e del terreno al di sotto dell'aria soprastante.

4.° Ascendendo da quel primo straticello d'aria presso terra fino a quattro o cinque piedi d'altezza, vi è un aumento progressivo di temperatura, prima assai rapido fino alle piccole altezze, poscia più lento; sicchè a quell'altezza da me esplorata l'aria era sempre di alcuni gradi più calda del suddetto primo strato sottile contiguo al terreno. Al di sopra dei quattro o cinque piedi l'aumento progressivo ulteriore è già dimostrato dalle sperienze altrui.

5.° A bassa temperatura sotto lo zero, ed essendo il suolo coperto di neve, ho trovato che quell'aumento di temperatura dal basso in alto era men rapido che nelle altre stagioni. Ciò è contrario a quella parte del risultamento quarto del sig. Marcet, ove dice che l'effetto è più rimarcabile d'inverno essendo il suolo coperto di neve. Egli dà poi per cosa singolare di aver trovata una differenza di 5°, 5 da 2 piedi a 50 piedi d'altezza nell'inverno 1838.

Ed io nell'inverno 1831 sopra la neve, ed a temperature di molti gradi sotto lo zero, ho trovato un aumento di 3° e 4°, secondo le diverse notti serene, da pollici 2. 1/2 fino a 15 piedi d'altezza. Da pollici 2. 1/2 fino a pollici 9. 1/2 non vi era differenza; ed un termometro un pollice o due sotto la neve era men freddo del primo straticello d'aria da 5°, 5 a 3°, secondo le diverse notti (Annali del 1831, pag. 453, e quì sopra a pag. 21, e Tav. I., posta in fine di questo Volume).

In altre stagioni da 4 a 5 piedi d'altezza fino al suolo ho trovato un decremento da 2° a 4° R., secondo le varie notti, ed anche le varie ore della stessa notte; ed il terreno alle più piccole profondità era súbito caldo di molti gradi in confronto del contiguo straticello d'aria (num. 3). Così in Luglio del 1831 a due pollici di profondità ho trovato il terreno più caldo dell'aria a due pollici d'altezza di 4° e di 6°, secondo le varie ore della stessa notte (vedi le mie Tavole negli Annali del 1831, e quì in fine), ed i risultamenti raccolti in quelli del 1836, pag. 99, e quì sopra a pag. 98-108.

Io adunque dentro i límiti de'miei esperimenti ho trovato l'effetto più rimarcabile nelle altre stagioni, che d'inverno.

6.° Come nel corso della notte si raffreddano progressivamente il primo straticello d'aria contiguo al terreno, e lo stesso terreno fino a certa profondità, mantenendosi però sempre questo più caldo di quello (num. 3.); così anche negli strati superiori d'aria ho sempre osservato un progressivo raffreddamento sotto quell'altezza di quattro o cinque piedi, dove ho confinato le mie osservazioni.

Il progressivo raffreddamento in tutti gli strati vi era sempre, per quanto fosse abondante la rugiada.

Quando succedeva invece un qualche riscaldamento, diminuivano insieme le differenze fra gli strati; ma il riscaldamento a cielo sereno era sempre effetto di venticelli che mescolavano più o meno gli strati superiori con gl'inferiori.

Il freddo però del primo straticello d'aria sopra il terreno o fra l'erba era insistente, e il più difficile a diminuirsi.

Da ciò era facile concludere, che i venti forti doveano distruggere interamente la gradazione.

Questi fatti sono contrarj a quanto dice il sig. Marcet nel suo risultamento secondo, di cui sopra, che il *maximum* dell'aumento ascendendo sia immediatamente dopo l'occaso, e che la rugiada abondante tenda a riscaldare gli strati d'aria vicini a terra, e togliere le differenze fra loro.

La rugiada, che ho dimostrato nelle stesse Memorie essere prodotta da vapor caldo che ascende dal terreno, e che trovando l'aria fredda e i corpi freddi com'essa si condensa, comunica certamente, nel deporsi, del calore. Ma il fatto è, secondo le mie sperienze, che nel corso della notte, ad onta della rugiada, il raffreddamento è progressivo, purchè l'aria non sia agitata: il che prova che la causa raffreddante, qualunque sia, è di molto superiore al riscaldamento dipendente da deposito della rugiada.

Tanto ciò è vero, che il massimo freddo è sempre nello straticello d'aria presso terra (num. 4.), dove, secondo altre mie osservazioni, e come importa la stessa causa che ho determinata, la rugiada è più abondante che a qualunque altezza, essendo anzi secondo le altezze continuamente decrescente.

7.° Un termometro a quattro o cinque piedi d'altezza segna temperatura superiore di più gradi a quella di un altro poggiato su la superficie del terreno o della neve; ma questo è sempre meno freddo di un altro ad uno o due pollici di altezza: cioè il termometro che tocca la superficie partecipa del caldo del terreno o della neve, e del freddo del primo straticello d'aria, ma più di questo che di quello, trovandosi il suo bulbo quasi per intiero circondato dall'aria (vedi le Tavole negli Annali dell'anno 1831, e quì in fine, ed i risultamenti raccolti in quelli del 1836, pag. 99, e quì sopra pag. 98-108).

La piota od erba corta di recente tagliata si trova nello stesso caso di un termometro collocato alla superficie del terreno; vale a dire, che partecipa a un tempo del calore di questo e del freddo del primo straticello d'aria: per lo che di due termometri, uno collocato in fondo di quell'erba, ed un altro ad un solo pollice di altezza, ho trovato che questo era sempre notabilmente più freddo, giungendo in qualche ora la differenza anche a due gradi (Annali del 1831, pag. 468, e quì sopra a pagina 30, e Tav. VII., posta in fine di questo Volume).

Da ciò è nato l'errore di credere che la superficie del suolo o della neve, o la piota, siano più fredde dell'aria soprastante, supponendo uniforme la temperatura da quattro o cinque piedi d'altezza sino alla superficie: non fu cioè riconosciuto il decremento progressivo della temperatura dell'aria da quell'altezza sino alla superficie; non fu riconosciuto il *minimum* del primo strato sottile d'aria soprastante, nè il repentino passaggio a più gradi di calore súbito sotto il terreno o la neve; nè fu quindi ravvisato che il termometro su la superficie segna non la temperatura della stessa superficie, ma quella del primo straticello d'aria, meno il poco calore che riceve in contatto co'l terreno, con la neve, o co'l fondo della piota.

Indi la falsa deduzione, che la superficie del terreno o della neve si raffreddi più dell'aria soprastante nelle notti serene per irraggiamento di calore negli spazj celesti.

Indi la falsa ipotesi di Wells, coronata dalla Società di Londra, che il supposto freddo d'irraggiamento al di sotto dell'aria della superficie terrestre, e dei corpi che vi giaciono sopra, sia anche tanto per tutta la notte e in tutte le circostanze a cielo sereno da ridurre l'aria che tocca la superficie ed i corpi così fredda, che giunga sempre al di sotto del suo termine di saturazione, deponendo quindi una parte di vapore, e formando la rugiada. In somma, il freddo che si attribuiva alla superficie ed ai corpi per irraggiamento è invece freddo dell'aria.

Dirò infine, che ne'miei sperimenti un termometro ad un pollice dalla superficie del terreno, e coperto con campana di vetro, si manteneva alla stessa temperatura di un altro scoperto alto due pollici; ed era la notte serena. Dunque l'irraggiamento di calore, se avesse determinata la temperatura dei due termometri, sarebbe stato eguale anche a traverso il vetro: lo che è assurdo, trattandosi massimamente di calore oscuro e di bassa temperatura (vedi la Tav. II. del 1831, posta in fine di questo Volume, ed il Volume del 1832 degli Annali, pag. 65, e quì sopra a pag. 39-41).

8.° Secondo le mie sperienze, due termometri alti dal suolo pollici 2 e 7, inviluppati nell'erba folta, ed alta un piede e mezzo, furono costantemente più freddi d'un terzo termometro collocato a livello delle cime. E pure a quelli era tolto il libero aspetto celeste, ed il terzo lo aveva. Dunque è falso il preteso freddo d'irraggiamento (vedi Tav. VIII. degli Annali del 1832, pag. 306, e quì sopra a pag. 66; e i risultamenti nel Volume degli stessi Annali del 1836, pag. 103, e quì sopra a pag. 98-108).

Così la rugiada è sempre più copiosa in fondo dell'erba alta di un prato, che alle cime; e in tutti i casi è sempre decrescente dal basso in alto, come dal basso in alto va formandosi nel corso della notte: sicchè a certa altezza non molto distante dal suolo, per esempio in estate a 30 piedi, manca interamente per tutta la notte. Dunque è falso che la rugiada sia effetto di freddo prodotto nei corpi per irraggiamento notturno di calore; nel qual caso dovrebbe prima formarsi ed essere più copiosa

nelle parti più elevate, e progredire la sua formazione dall'alto al basso, e mancare del tutto in fondo all'erba alta e folta: il che è precisamente il rovescio del fatto.

9.° Fu preteso provare il freddo d'irraggiamento notturno confrontando ad una data altezza un termometro nudo con altri vestiti di lana, cotone, o piuma di cigno, e trovando questi più freddi. Ma, secondo i miei esperimenti esposti negli Annali del 1831, pag. 465, e qui sopra a pag. 27-30, con le relative Tavole V. VI. (poste in fine di questo Volume), vennero assai esaggerate le differenze. Io le ho trovate ora nulle, ora molto piccole, cioè di mezzo grado e di un grado. Ma ho anche riconosciuto ch'erano effetti di piccole agitazioni d'aria, alle volte anche insensibili al tatto, e producenti riscaldamento con la mescolanza degli strati superiori con gl'inferiori; e che le stesse differenze diminuivano co'l diminuire di quelle agitazioni. Quindi non era già che i termometri vestiti si raffreddassero di più; era invece che, sopravenendo quelle agitazioni, si riscaldavano meno dei nudi, per essere più facile attorno di questi la rinovazione dell'aria.

Si è anche preteso provare il freddo notturno d'irraggiamento con ciò, che ad una data altezza un termometro coperto con inchiostro della China, come corpo molto emittente, si raffreddasse di più; ed altro coperto con foglia lucida metallica, come corpo poco emittente, si raffreddasse meno di un terzo nudo.

Esponendo io di confronto un termometro coperto d'inchiostro della China nel corso di una notte serena, ho trovato ch'era anzi prima più alto, poi eguale, e in fine mezzo grado soltanto più basso di un altrò nudo.

Un altro coperto con foglia d'argento si manteneva nelle prime ore mezzo grado più alto; giunse anche ad un grado; ed in séguito era invece mezzo grado più basso (vedi gli Annali del 1831, Tav. V., posta in fine di questo Volume).

I termometri erano esattissimi, di costruzione del sig. Bellani; sicchè le vantate differenze erano anzi alle volte o nulle, o in contrario.

Oltrechè in simili confronti fatti da altri non fu tenuto conto degli effetti delle piccole agitazioni di aria; furono anche aggrandite, e dettate da uno spirito di sistema, le differenze di 6°, 8°, 10° centígradi, che si leggono nei libri di Fisica, ripetendole gli uni dietro gli altri.

10.° Il preteso freddo d'irraggiamento notturno fu dedotto anche da ciò, che alla comparsa delle nubi si riscaldano prontamente i termometri esposti. Ma quando è falso in fatto che i corpi si raffreddino più dell'aria per irraggiamento, non può essere vero che il riscaldamento alla comparsa delle nubi sia effetto d'impedito irraggiamento.

Di più, se le nubi impedissero l'irraggiamento riflettendolo in giù, non farebbero che rendere stazionaria la temperatura; invece vi è riscaldamento, e pronto (vedi gli Annali del 1832, pag. 65-66, e qui sopra a pagina 57-59).

Nè si può ripetere il pronto riscaldamento dai corpi e dalle nubi che impediscano l'irraggiamento ulteriore, e dalla maggiore temperatura dell'aria che li circonda, perchè questa maggiore temperatura dell'aria è una falsa supposizione (num. 7).

Se il riscaldamento che avviene alla presenza delle nubi fosse effetto d'impedito irraggiamento e del calore dell'aria, si riscalderebbe per primo quello strato di terreno che si pretende raffreddarsi a cielo sereno al di sotto dell'aria: invece i termometri mi hanno mostrato che alla comparsa delle nubi si riscalda soltanto l'aria, e nulla il primo strato di terreno nè pure ad uno o due pollici di profondità (vedi gli Annali del 1832, pag. 65-66, e qui sopra a pag. 57-59).

Il riscaldamento che avviene alla comparsa delle nubi è maggiore secondo che gli strati d'aria sono vicini al suolo; talchè i più bassi non solo si equilibrano co'l tempo co'i superiori, ma tendono anzi a riscaldarsi di più, e a ristabilire l'ordine inverso che ha luogo nelle ore del giorno.

Tutto questo è inesplicabile con la supposizione dell'impedito irraggiamento.

Veggansi negli Annali del 1832, pag. 63-64, e qui sopra a pag. 57, anche le sperienze di Wilson fatte nel Dicembre 1783 sopra la neve, e riferite nella *Bibliothèque Britannique* del 1797. Egli ha bensì commesso il solito errore di considerare temperatura uniforme dell'aria fino alla superficie della neve quella segnata da un termometro a quattro piedi d'altezza, e di considerare temperatura della neve quella segnata da un altro termometro collocato alla sua superficie (num. 7.); ma nulladimeno le sue replicate sperienze hanno stabilito che, coprendosi il cielo, svaniva gradatamente la differenza dei due termometri; e nella notte 30 Dicembre ha osservato di più, che quello su la neve si riscaldava fino a 4° più dell'altro.

Il termometro su la neve segnava in sostanza la temperatura del primo straticello d'aria, meno il poco

calore concepito al contatto della neve (num. 7). E poichè da quel primo strato ascendendo fino a quattro piedi, vi è sempre una progressione crescente, egli venne a stabilire, senz' accorgersi, nello strato d'aria grosso quattro piedi non solo la distruzione del decremento di temperatura dell' aria dall' alto al basso, ma anche la tendenza a produrre l'ordine inverso a quello della serenità, cioè un aumento in luogo di decremento, per essersi il cielo coperto di nubi.

In contrario a queste sperienze, e senza citarle, viene ora il sig. Marcet ad annunziare nel suo terzo risultamento, di cui sopra (num. 1.), che sia stato un errore quello di credere che a cielo coperto non vi sia l' incremento notturno di calore dal basso in alto fino a certa altezza, trovato da Pictet nelle notti serene; e che anzi quell' incremento vi sia sempre ad onta delle nubi, benchè in minor grado; e che soltanto i venti forti possono distruggerlo.

Veramente egli parla di strati d' aria grossi dieci piedi, e dell'altezza totale di 114 piedi, a cui giunsero le sue sperienze. Ma non si può credere che, mentre le sperienze di Wilson fino a quattro piedi dal suolo importano, come quì sopra, che la presenza delle nubi distrugga l'aumento graduato dal basso in alto, producendo anche l' ordine inverso di decremento; al di sopra poi dei quattro piedi abbia luogo l' aumento come a cielo sereno, e che le nubi non faciano altro che diminuire la intensità delle differenze ed il límite di altezza. È un assurdo l'ammettere questi due ordini contrarj di sotto e di sopra di quattro piedi.

Le sperienze di Wilson sono così detagliate e precise, che non si può dubitarne; e sono conformi alle mie, con le quali ho riscontrata la tendenza delle nubi a togliere, co'l riscaldamento degli strati inferiori più dei superiori, la gradazione che ha luogo a cielo sereno (vedi gli Annali del 1832, pagina 65-66, e quì sopra a pag. 57-59). Sicchè resta da sapere se fra le montagne della Svizzera la natura operi con altre leggi.

11.° Un coperchio che sia a bastanza esteso, e poco distante dal suolo, produce precisamente lo stesso effetto delle nubi; cioè riscalda tutti gli strati sottoposti, e più secondo che sono bassi, come dimostrano i termometri.

Ho coperto con una ombrella i tre termometri, di cui ho parlato al num. 8., ed un quarto al fondo dell'erba folta, ch' era alta un piede e mezzo (vedi gli Annali del 1832, pag. 307, e quì sopra a pag. 65, e Tav. VIII. pag. 66. Dopo 15 minuti ho trovato che ciascuno aveva acquistato calore più del doppio di quello che avea perduto nelle due ore precedenti, e che quello in fondo dell'erba si era riscaldato più di tutti. Il minimo riscaldamento fu alle cime, e i due altri a 2 e 7 pollici di altezza aveano sofferto un riscaldamento medio.

Tolta la ombrella dopo altri 15 minuti, ho trovato che tutti aveano perduto più calore di quello che aveano acquistato sotto la ombrella in tempo eguale; e la perdita di ciascuno in 15 minuti fu il triplo e più, di quella che aveano sofferta nelle suddette due ore prima di essere coperti.

È inesplicabile con l' impedito irraggiamento il calore acquistato in 15 minuti sotto la ombrella; ed è più inesplicabile per irraggiamento il calore perduto in 15 minuti dopo tolta la ombrella.

In fine è anche inesplicabile con l' irraggiamento, che i tre termometri inviluppati nell' erba folta, uno in fondo, un altro a due pollici, un terzo a sette pollici d' altezza, si fossero raffreddati di più gradi prima dell' uso della ombrella, come dimostra la Tavola VIII. a pag. 66.

Ho già notato al num. 8., che il termometro a livello delle cime dell' erba si raffreddava meno degl' inferiori inviluppati nel folto della stessa erba, e che ciò pure sta contro il preteso freddo d' irraggiamento.

Un termometro sotto una tavola di noce, poggiato su l' erba corta d' un prato, segna di notte serena alcuni gradi più d' un altro collocato alla superficie superiore della tavola (vedi gli Annali del 1834, pag. 171, e quì sopra a pag. 75): il che esclude ogni idéa di possibilità che il calore che acquistano i corpi sotto un coperchio proceda dall' aria più calda di essi che li circonda; imperocchè sotto la tavola l'aria era così poca da non poter comunicare quel tanto calore ch' è mostrato dal confronto dei due termometri. È poi anche assurdo in sè stesso il supporre, che l' aria fra l' erba si mantenga per tutta la notte più calda della stessa erba.

In fine per gli antecedenti (num. 7.) è in fatto una falsa supposizione, che i corpi alla superficie terrestre siano di notte più freddi dell' aria soprastante.

12.° Al contrario è fuori d' ogni dubio, per un grandissimo numero di fatti esposti nelle mie Memorie citate al num. 1., che di notte ascende continuamente dal terreno vapor d' aqua caldo come lo

stesso terreno (num. 3.), e quindi più caldo dell'aria soprastante. È quel vapore che, trovando l'aria più fredda, e i corpi freddi com'essa, si condensa, e forma la rugiada. Accumulandosi tal vapore sotto un coperchio, dee produrre il pronto riscaldamento che si osserva.

Quindi è, che co'l coperchio egualmente che con le nubi si riscalda l'aria, e non il terreno, nè pure nel primo strato (num. 10.), perchè è già caldo come il vapore che n'esce.

Quindi si riscaldano di più gli strati d'aria vicini al suolo, come quelli che sono più vicini alla uscita del caldo vapore.

Quindi tolto il coperchio, e lasciata libera l'ascensione del vapore, si raffreddano prontamente l'aria ed i corpi in quella sospesi, ch'erano sotto il coperchio; e ciò per causa della mescolanza che avviene con l'aria fredda d'intorno, la quale irrompe in quello spazio più caldo.

Le nubi operano da lontano, negli strati d'aria vicini a terra, precisamente gli stessi effetti di un coperchio da presso; sicchè l'analogía vuole che li operino nello stesso modo, cioè co'l tratenere di sotto il vapore caldo ascendente. Con la forza repulsiva che vi è fra le parti dello stesso vapore si comprende che le superiori tratenute respingano in giù le inferiori, e così da vicine a vicine fino a terra.

D'onde anche la evaporazione notturna del terreno a cielo coperto è assai scarsa, in confronto di quella che ha luogo a cielo sereno, la quale al comparire delle nubi diminuisce. Anche questi effetti si spiegano con la forza repulsiva fra le parti dei vapori, e con la impedita loro ascensione.

13.° Il preteso freddo d'irraggiamento notturno fu applicato anche a spiegare il ghiaccio artificiale che si forma alle Indie. Senza la illusione del sistema era ben facile vedere l'assurdità della spiegazione. Se quel ghiaccio fosse prodotto da irraggiamento del calore dell'aqua, si produrrebbe anche alzando alcun poco i vasi, anzi formerebbesi meglio, per essere maggiore l'aspetto celeste. Ma invece allora il ghiaccio non si forma più.

D'altro canto è anzi impossibile che si formi co'l supposto irraggiamento; giacchè, secondo il sistema, l'aria circostante sarebbe più calda, ed impedirebbe la congelazione dell'aqua. Attesa la bassa posizione dei vasi, ch'è necessaria; ed atteso il poco alto strato d'aqua, ch'è pure necessario; non può essere più evidente, che le croste di ghiaccio si formano per trovarsi l'aqua nel primo strato sottile d'aria, dov'è il massimo freddo (num. 3. e 4).

Laonde, sollevandosi un poco i vasi, l'aqua non si gela più, perchè si trova in uno strato d'aria più caldo (vedi gli Annali del 1832, pag. 59-60, e quì sopra a pag. 54-56; e del 1833, pag. 368, e quì sopra a pag. 72-74).

14.° Il supposto freddo notturno dei corpi per irraggiamento al di sotto dell'aria è anche contrario alle teoríe conosciute del calore raggiante. Si tratta di calore oscuro e di ordinaria temperatura, anzi spesso assai bassa, il quale ha una forza raggiante così debole da non poter passare più millia d'aria e di vapori, senza essere almeno in gran parte assorbito. Il calore assorbito dall'aria si trasmetterebbe per contatto agli stessi corpi irraggianti, i quali lo riacquisterebbero a misura di perderlo: quindi un circolo, per cui i corpi non potrebbero mai ridursi più freddi dell'aria che li circonda. E ciò sarebbe anche indipendentemente dall'assorbimento nell'aria del calore raggiante dei corpi, cioè se tutto oltrepassasse l'atmosfera ed i vapori: imperocchè, trattandosi di calore oscuro e di basse temperature, la perdita che ne facessero la superficie terrestre ed i corpi sarebbe così lenta, che l'aria, la quale (secondo il sistema) conserva il suo calore, avrebbe sempre tempo di riscaldarli come sè stessa, e di mantenere l'equilibrio.

15.° Credo di avere in questi miei risultamenti dimostrato in breve a quanti accecamenti abbia condotto un sistema illusorio e seducente; cioè la magnifica idéa di raggi oscuri che continuamente si spargano dalla superficie terrestre e dai corpi nel firmamento in tale abondanza e con tale prestezza da non lasciar mai tempo all'aria, che si suppone restar calda, di formare equilibrio.

In quanto al sig. Marcet, mentre ha inteso di correggere le sperienze di Pictet, ha sparso i suoi risultamenti di non poche inesattezze; e ciò che in quelli vi è di meglio, e ch'egli dà per cosa sua, non è altro che una parte imperfetta del decremento assai rapido di calore nelle notti calme e serene da quattro a cinque piedi d'altezza fino al suolo, da me scoperto e publicato fino dall'anno 1831, ma disimulato dalla *Bibliothèque Universelle,* e fecondo di conseguenze per togliere molti errori; mentre la parte imperfetta da lui riscontrata nel 1838 nelle mani di lui restò affatto sterile.

# Degli effetti degli alberi su l'erba in caso di siccità per azione dei raggi del Sole, simili a quelli che producono su la neve. Del Dott. A. Fusinieri.

(Memoria stampata a Firenze nell'anno 1841.)

---

## § I.

### Sunto delle osservazioni ed esperienze fatte su la neve.

Prima di passare alla esposizione di recenti mie osservazioni su gli effetti prodotti su l'erba dagli alberi esposti ai raggi del Sole, raccolgo con la possibile brevità gli analoghi effetti su la neve, esposti difusamente in una mia Memoria inserita negli Annali ec. del 1838, pag. 38 (vedi quì sopra a pag. 112).

1.° *Fusione della neve al contatto dei corpi.*

La neve si sgela più dov'è al contatto dei corpi, che esteriormente. Al contatto si sgela anche a basse temperature sotto lo zero, congelandosi poi di nuovo, e formando uno strato di ghiaccio trasparente che la fa aderire fortemente ai corpi, e principalmente ai metalli. L'azione di cui trattasi fu resa assai manifesta dal seguente fatto, oltre i tanti altri. Molecole di neve gettate sopra dischi di metallo a — 2°, 5, si fondevano all'istante, congelandosi poscia di nuovo.

In conseguenza di quella fusione di contatto, tutti i corpi che giaciono su la neve si sprofondano, massimamente i vegetabili, scavando delle fosse. Questo effetto pe'i piccoli corpi è maggiore del proporzionale: d'onde foglie leggerissime e secche si sprofondavano nell'inverno 1830 fino a terra, essendo alta la neve due piedi e mezzo; i corpi neri si sprofondavano prestissimo, e i bianchi assai lentamente; quelli dei colori intermedj in proporzione.

La sorgente di calore che determina la fusione della neve non somministra sempre tutto il calore necessario alla stessa fusione. Quando la fusione è lenta per debolezza di calore dell'ambiente o dei raggi diretti, la parte che si fonde prende calore da una parte vicina che sia liquida, e la congela. Così si gela il terreno sotto la neve che si sgela, mentre prima lo stesso terreno era sgelato.

Il solo calore dell'ambiente e dei raggi diretti del Sole è insufficiente a spiegare i descritti fenomeni: vi concorre il calorico nativo dei corpi, che si sviluppa al contatto della neve con essi (vedi l. c. pag. 42, n.° 6., e quì a pag. 114) per azione dei raggi di luce, come quì sotto.

2.° *Fusione progressiva della neve attorno i corpi a distanza.*

Entro cavità che si formano di neve convertita in ghiaccio semi-trasparente attorno pietre od altri corpi, come sopra, la fusione è interiormente progressiva, sicchè quelle cavità si dilatano. Ciò si spiega con l'accumulamento di calore negli spazj circondati da sostanze diafane, che ho dimostrato nei citati Annali del 1831, pag. 39 e 44, e quì a pag. 5-8. D'onde anche la progressiva dilatazione delle bolle d'aria entro il ghiaccio, che alle volte diviene smisurata, e di cui ho parlato negli Annali del 1836, pag. 51-54, e nel Vol. I. pag. 270-278.

Attorno i fusti degli alberi e gli steli di piante erbacee la scomparsa della neve è progressiva anche a temperature inferiori allo zero. Attorno i piccoli fusti o steli l'effetto è maggiore del proporzionale, sia che si considerino le masse, sia che si considerino le superficie.

Attorno que'piccoli steli si formano, quando la neve è alta, delle fosse coniche: prova questa dell'azione dei raggi di luce. Nè al fondo di quelle fosse si trova parte alcuna di aqua liquida: ivi la temperatura è sempre a zero. Ciò prova che la neve è scomparsa per volatilizzazione. Circa la evaporazione della neve allo stato di gelo, e circa i vapori gelati, ne ho date dimostrazioni negli stessi Annali del 1831, pag. 198, e quì sopra a pag. 13.

Se la neve è bassa, cioè alta soltanto qualche centímetro, attorno i piccoli steli la scomparsa della neve è tanto estesa, che sorprende come l'azione di que' piccoli corpi tanto si dilati.

Di tali effetti non si rende ragione co'l dire che da principio i raggi del Sole riscaldino le piante, che queste fondano la neve in contatto, e che in progresso le piante riscaldino l'aria intorno a sè stesse, e questa continui a fondere la neve (vedi l. c. pag. 47, e quì sopra a pag. 115-116).

Feci esperienze al Sole con tre vasi di neve, nella quale erano piantate delle bacchette: uno scoperto, altro coperto con campana di cristallo, un terzo coperto con una scatola di legno sottile annerita al di fuori. Attorno le bacchette del primo vaso si formarono delle fosse maggiori che attorno quelle del secondo, benchè dentro la campana di cristallo si accumulasse calore di molti gradi maggiore dell'esterno, come ho dimostrato negli Annali del 1835, pag. 39-44, e quì sopra. Sotto la scatola annerita non si formarono fosse attorno le bacchette.

Così di notte non si formarono fosse attorno bacchette piantate nella neve in una stanza a + 4° e + 5.° Vi era soltanto fusione della neve di sopra, di sotto e all'intorno pe'l calore dell'aria e del vaso.

*Conclusione* (l. c. pag. 49, e quì sopra a pag. 117-118). L'effetto diurno della scomparsa della neve attorno i corpi a distanza non procede da temperatura dell'aria fraposta, ma invece dall'azione dei raggi di luce assorbiti e poi emessi: azione di cui si vedono anche in séguito altri effetti analoghi.

### 3.° *Scomparsa della neve sotto i fusti inclinati e sotto i rami degli alberi.*

Se i sottili steli delle piante sono inclinati, si formano inclinate egualmente le fosse coniche nella neve all'intorno, delle quali si è parlato (n.° 2). Inoltre si formano delle fosse sotto gli steli inclinati che sormontano la neve, esattamente conformi ad essi e alle loro ramificazioni. Si formano persino impressioni su la neve corrispondenti e simili alle foglie e a' fiori secchi, per esempio quelli delle piante ombrellifere. E tutto questo anche a temperature inferiori al zero.

Le fosse sotto gli steli inclinati che sormontano la neve, e ad essi corrispondenti, sono in piani pressochè verticali; le profondità di quelle fosse sorprendono; sono progressive a profondarsi e dilatarsi. Lo stesso è a qualunque plaga lo stelo inclinato sia rivolto.

Sono azioni evidenti della parvità della materia.

Sembrerebbe a primo tratto che quelle fosse venissero prodotte da alzamento degli steli da prima sepeliti sotto la neve; ma tutto è concorso a dimostrare ciò non essere (l. c. pag. 51, e quì sopra a pag. 119), segnatamente la delicatezza degl'intagli, la generalità dell'effetto, e la impossibilità di far entrare quei fusti nelle relative fosse scavate. Il fenomeno è inesplicabile con la idéa di calore concepito dagli steli, e trasmesso all'aria.

Senza la luce del Sole o diretta o trasmessa dalle nubi quegli effetti non avvengono, come sopra si è mostrato con gli sperimenti. Dunque procedono da una emissione causata dalla luce dall'alto al basso nelle direzioni verticali, o poco inclinate. Ma le impronte su la neve, distinte secondo le varie parti che agiscono, e massimamente le profondità, sono tali, ch'è difficile ogni spiegazione anche per mezzo di una forza raggiante qualunque.

I rami degli alberi esercitano su la neve a molta distanza la stessa azione dei piccoli fusti inclinati presso terra. Sotto i rami si logora la neve, e poi svanisce prima verso le posizioni del Sole nelle ore meridiane, poi progressivamente anche verso Levante e Ponente, e infine anche a Settentrione, mentre sussiste tuttora la neve nei luoghi scoperti. Lo spazio vuoto di neve sotto gli alberi si dilata successivamente anche molto all'infuori delle verticali calate dalle estremità dei rami.

L'effetto è più sollecito secondo che gli alberi sono forniti di rami principalmente minuti e fitti. È singolare, che mentre l'effetto è maggiore secondo la forza dei raggi del Sole, sia insieme maggiore secondo che gli alberi sono più ramosi, e più ombreggiano la neve.

L'effetto non è impedito, benchè sia più tardo, se a cielo coperto l'aria si mantiene sotto lo zero.

Non si può credere, come alcuno ha pensato, che la più sollecita scomparsa della neve sotto gli alberi dipenda dalla minore quantità sotto di essi caduta; e ciò per le seguenti ragioni.

Se sotto gli alberi non cade súbito tutta la neve che in quegli spazj discende, vi cade in séguito anche quella tratenuta dai rami, per la fusione di contatto di cui si è parlato al n.° 1.

Spesso la neve giunge a terra trasportata dal vento; e allora quella impedita dall'albero manca al di là dello stesso albero nella direzione del vento, e non manca di sotto; ove anzi cadendo in séguito quella tratenuta dai rami, ne risulta una quantità maggiore che allo scoperto. E pure anche in tali casi vi è di sotto la sollecita scomparsa.

Infine, se la scarsezza di neve sotto gli alberi fosse la causa della più sollecita scomparsa, questa non comincerebbe a scomparire costantemente verso Mezzogiorno, dilatandosi poscia il vuoto a Levante e Ponente, e per ultimo a Settentrione.

Le impressioni che producono a distanza i rami degli alberi su la neve avvengono come quelle dei piccoli steli e loro rami presso terra; ma, a differenza di queste, sono confuse e complicate in ciascun sito. Le tracce hanno un progresso che fa loro cangiare di forma; la neve diviene spugnosa con larghe cavità fraposte alle sue parti, e poi comincia a scoprirsi il terreno con l'esposto progresso.

Al contrario nei luoghi scoperti la diminuzione di altezza della neve è uniforme, o per fusione in contatto del terreno, o per fusione in contatto dell'aria, o per azione diretta dei raggi del Sole; e si mantiene la uniformità della superficie, senza quelle scabrosità che si formano sotto gli alberi per l'azione discontinua dei rami.

L'effetto dei rami su la neve è certamente quello di fonderla e di volatilizzarla. Nel caso dei piccoli fusti presso terra, si è veduto quì sopra che a temperature inferiori allo zero la neve viene volatilizzata: lo stesso dee avvenire anche sotto i rami degli alberi. Infatti non ho mai veduto gocce d'aqua a scolare dove la neve scompariva per la sola azione dei rami.

Non può essere effetto di raggi di calore prima assorbiti e poi emessi, nè di raggi riflessi; imperocchè la loro somma è minore di quella dei raggi diretti. Oltre le sperienze termometriche, ognuno sa che negli ardori estivi l'ombra degli alberi è ristoratrice. Se l'azione fosse di que'raggi, vi sarebbe effetto maggiore dove la causa è minore.

Feci il seguente sperimento. Sotto un ramo d'albero che agiva fortemente a distruggere la neve, benchè il cielo fosse coperto, ho collocato un termometro, ed un altro allo scoperto, entrambi ad un centímetro sopra la superficie della neve. Il primo segnò $+ 2°, 5$; il secondo $+ 4°$. Collocati súbito dopo sotto la neve, entrambi discesero a zero.

Dunque sotto l'albero l'aria era più fredda che allo scoperto, ed era insensibile al termometro l'azione che faceva sparire la neve o fondendola, o volatilizzandola.

Del resto dev'essere concorsa alla minore temperatura sotto l'albero la stessa scomparsa della neve, la quale o per fusione o per volatilizzazione prendeva dai corpi vicini e dall'aria il calore da rendere latente.

Dunque agli effetti delle fosse scavate nella neve sotto i piccoli steli e loro ramificazioni, e della sollecita scomparsa della neve sotto i rami degli alberi, non risponde nessuna delle teoríe ammesse riguardo al calore. Nello stesso tempo è certo che quegli effetti procedono da una emissione raggiante dall'alto al basso, causata dall'azione dei raggi della luce su i corpi, come nel caso delle fosse prodotte attorno gli steli. La causa dev'essere quello stesso calorico nativo che si è veduto al n.° 1. agire a fondere la neve in contatto.

### 4.° *Azione fondente o volatilizzante esercitata su la neve a distanza da altri corpi.*

Ho sperimentato con barre di ferro parallelepípede orizontali a cinque o sei centímetri dalla neve, con punte di spade verticali a quattro o cinque centímetri, e con una scopetta di sottili vermene a sei centímetri. Benchè il cielo fosse coperto, tutti que'corpi produssero su la neve delle cavità. Sotto la scopetta erasi formata una larga cavità con minuti forellini, sicchè ogni vermena avea esercitata la sua azione particolare distinta da quella delle altre, come nel caso delle ramificazioni degli steli presso terra (n.° 3). E ancora un termometro sotto la scopetta era più basso di un altro allo scoperto. Entrambi poi immersi nella neve segnavano zero.

### 5.° *Riflessioni teoriche circa i fatti esposti.*

Risulta che dei fatti esposti non si rende ragione nè con la teoría del calore stagnante, nè con quella del calore raggiante.

Non si spiegano gli effetti nè pure con la trasformazione di luce in calore mediante l'assorbimento, perchè non ostante quella trasformazione all'ombra degli alberi vi è sempre minor calore che allo scoperto.

Che se allo scoperto la neve per essere bianca riflette gran parte dei raggi diretti, la neve è bianca anche sotto gli alberi; e con la stessa proporzione dee riflettere i raggi assorbiti e poi emessi, e i riflessi.

Dunque, secondo le teorie del calore, la scomparsa della neve sotto gli alberi presenterebbe un effetto maggiore dove la causa è minore.

Senza disconoscere la difficoltà che vi è di rendere ragione completa dei descritti fenomeni anche con altri principj, stando ai fatti, e senza fingere ipotesi, sembra intanto conclusione irrecusabile, che si tratti di un'azione molecolare determinata nel suo sviluppo e nella sua emissione dalla luce. Gli effetti sono maggiori dei proporzionali, secondo la parvità della materia; e le azioni molecolari secondo la parvità della materia importano sempre sviluppo di calorico nativo. D'onde io deduco, che nei fenomeni in discorso a contatto e a distanza vi agisca come elemento il calorico nativo eccitato al suo sviluppo dall'azione della luce, il quale si unisca ai raggi del Sole riflessi ed emessi dopo l'assorbimento.

Posto il principio di un'associazione dei raggi solari riflessi, od assorbiti e poi emessi, co'l calorico nativo dei corpi, è facile arguire che simile associazione avvenga anche nella trasmissione pe' i corpi diafani. Con tali modificazioni, che subiscono i raggi trasmessi, si può rendere ragione dei fenomeni osservati da Melloni nei casi di trasmissione.

## § II.

### Azione diseccante degli alberi su l'erba, simile a quella che fa svanire la neve.

1.° Nei mesi di Luglio e di Agosto di quest'anno le Provincie Venete furono soggette a lunga siccità. In un prato di due campi circa, presso a Vicenza, si è data la combinazione che fosse tagliata alla metà di Luglio la seconda erba, mentre era arido il terreno; che succedesse nuova e lunga siccità; e che il prato fosse fornito di molti alberi fruttiferi piccoli, giovani e vecchi di alto fusto.

Dopo il taglio dell'erba restò dunque a lungo la piota in un secco terreno, non crebbe che pochissimo, e nello spazio di quindici giorni apparvero quà e là delle macchie bianco-giallastre più o meno grandi, ove l'erba parea morta. Quelle macchie di seccume erano sotto gli alberi; ed ecco le circostanze.

Erano a lunghi e larghi spazj sotto gli alberi, precisamente verso le posizioni del Sole nelle ore meridiane; andavano restringendosi verso Levante e Ponente; e verso Settentrione o mancavano del tutto, o erano ristrettissime. Ai pedali poi degli alberi il seccume vi era tutto all'intorno per un certo tratto. Fuori di quegli spazj, cioè allo scoperto, l'erba conservava il suo color verde, benchè fosse povera di vegetazione, e crescesse assai lentamente.

Il fenomeno si presentò precisamente simile a quello della scomparsa della neve d'inverno sotto le piante, di cui al § I. n.° 3.

A compimento della similitudine, quanto più frondosi erano gli alberi, tanto più estese erano quelle macchie giallo-biancastre, verso il Sole, di erba che parea distrutta. Insieme sotto i piccoli alberi anche con poche frondi l'effetto era maggiore del proporzionale; tantochè sorprendeva come pochi e piccoli rami avessero esercitata tanta azione distruttiva. Un saggio distintissimo di ciò presentava un gruppo di quattro fichi assai piccoli, che avea di sotto verso il Sole un secco d'erba assoluto e molto esteso. Sembrava in quel caso che l'ampiezza delle foglie fosse stata la causa di tanto effetto.

Interrogato un contadino sopra quelle mie osservazioni, nulla si è sorpreso, conoscendo per lunga pratica quegli effetti verso il Sole degli alberi in caso di siccità. Avendo egli un orto alquanto esteso, mi raccontò che la maggiore sofferenza di siccità dei prodotti erbacei era sotto gli alberi, e sempre alla parte del Sole. Anzi mi fece osservare in un luogo vicino come avessero più sofferto e si fossero diseccate le piante di grano-turco sotto gli alberi verso Mezzogiorno, a differenza dei luoghi scoperti.

Nei giorni 31 Luglio e 1.° Agosto è caduta interrottamente a guazzate un po' di pioggia penetrante nel terreno smosso solamente per otto o nove centimetri. Questa nei giorni seguenti avea fatta crescere l'erba nel prato, e si era sviluppata anche sotto gli alberi nei luoghi ove prima parea morta. Ma in séguito essendo ritornato il secco, l'erba allo scoperto continuò a crescere, benchè stentatamente, mentre sotto gli alberi ritornò precisamente il fenomeno di prima; cioè il terreno verso il Sole e tutto attorno i pedali era in gran parte nudato d'erba ridotta a seccume; fuorchè vegetava quà e là qualche pianta privilegiata di profonde radici, e specialmente l'erba medica. Dico che l'erba parea morta, ma non lo era, perchè vivevano le radici,

dalle quali, in séguito a piogge abondanti, è poi di nuovo spuntata; nè allora vi era più differenza notabile dai luoghi scoperti.

La produzione del fenomeno pe 'l ritorno dell' aridità con le stesse precise circostanze di prima, perfettamente simili a quelle della scomparsa della neve sotto gli alberi, non lascia il più piccolo dubio circa l' effetto generale del distruggimento di vegetazione sotto gli alberi in caso di siccità per effetto dei fusti e dei rami percossi dai raggi del Sole.

2.° La causa immediata risulta da quanto si è detto e provato nel § I. circa la scomparsa della neve. In quel caso furono evidenti due cose: l' una, che si tratta di volatilizzazione dell' aqua anche allo stato solido; l' altra, che l' azione volatilizzante esercitata dai rami procede dall' assorbimento dei raggi di luce, e che i raggi di calore senza luce sono inefficaci.

Che si tratti di un' azione di volatilizzare l' aqua, e che questa sia la causa immediata, riesce vie più dimostrato da quanto avviene di simile su la piota. I due casi tanto distinti e diversi dichiarano in che consista il vero effetto, e dánno la idéa generale dell' azione.

Il confronto dei due casi dichiara insieme, che nulla importano nel caso della neve la bianchezza o lo stato di congelazione; e che nulla importano nel caso dell' erba il color verde, o l' essere di materia organizzata.

E nè meno importa che sia materia organica vegetabile quella che, assorbendo i raggi della luce, esercita quell' azione; giacchè si è veduto nel § I. num. 1. e 4., che la stessa azione su la neve esercitano anche i corpi inorganici esposti ai raggi del Sole; fuorchè i vegetabili vivi o morti mostrano di esercitarla maggiore.

Come poi avvenga che i corpi, assorbendo i raggi della luce solare, esercitino quell' azione su l' aqua, questo è un altro problema da risolversi. Allora si tratta di determinare la causa della causa immediata.

Vi sono già le tracce in quello che si è detto per deduzione nel § I. n.° 5. Si tratta di sviluppo di calorico nativo nei corpi per azione della luce, il quale si associa ai raggi solari tanto riflessi, quanto assorbiti e poi emessi: calorico nativo, di cui abondano come sostanze combustibili i vegetabili nel regno organico, ed i metalli fra le sostanze inorganiche; come risulta da quanto ho detto nelle due Note inserite nel Bimestre I. degli *Annali delle Scienze* del 1841 (e Vol. I. pag. 286-288) circa la forza di espansione.

Che la luce poi facia sviluppare nei corpi, dove viene assorbita, il calorico nativo, o sia la forza di espansione, ciò è conseguente ai principj in quelle due Note rammentati; cioè perchè o per sè stessa, o co 'l mezzo delle sostanze che probabilmente trasporta, divide le parti, e rende estremamente attenuata la materia in cui entra.

Che quelle emanazioni raggianti, originate dalla luce assorbita, rendano poi assai volatile l' aqua sottomessa alle loro azioni, ciò è conforme a quanto avviene con le correnti elettriche, le quali con la divisione delle parti rendono volatile perfino il plátino. Ed io ho trovato che l'oro trasportato nelle scariche elettriche delle machine ordinarie è talmente animato da forza di espansione per la tenuità a cui è ridotto, che dopo essersi espanso sopra superficie polite di argento in lamine estremamente sottili, svanisce per volatilizzazione. Così negli Annali del 1833, pag. 151, e Vol. II. pag. 7-10.

## § III.

## Delle recenti ipotesi di calorico raggiante di Melloni, con le quali ha preteso spiegare il fenomeno della sollecita scomparsa della neve attorno e sotto le piante.

1.° Il sig. Macedonio Melloni, in un suo Articolo inserito nella *Bibliothèque Universelle*, Mai 1838, pagina 149, nell' atto di confessare che le comuni teoríe ricevute del calore non rendono ragione dei fenomeni quì sopra riassunti nel § I. di scomparsa della neve per azione dei corpi percossi dai raggi del Sole, ha preteso spiegarli con una sua recente teoría di calore raggiante, alla quale ha dedicato esclusivamente tutto sè stesso; ed io gli ho risposto negli Annali del 1838, pag. 138, e quì sopra a pag. 137, riferendomi ad una serie di precedenti miei Articoli degli anni 1834 e 1836, co' i quali ho svelato la insufficienza della sua ipotesi secondochè uscivano le molte Memorie destinate a sostenerla, ed ho mostrato ch'era assurda la spiegazione da lui data con quella ipotesi dei fenomeni in discorso.

Ora poi co 'l confronto delle altre mie osservazioni, esposte nel § II., su l'effetto analogo che operarono gli alberi su la piota in caso di siccità, sempre più emerge quanto fosse falsa la spiegazione del Melloni nel caso della neve.

2.° Con le sue numerosissime sperienze, fatte con tre o quattro sorgenti diverse di calore, con corpi trasmittenti il calore raggiante, e con la pila termo-elettrica, risultava che i raggi di calore soffrissero nel passaggio pe' i corpi trasmittenti tali modificazioni, per cui, posta la stessa intensità, fossero più o meno atti, secondo le diverse sostanze da cui emergevano, a passare ulteriormente per una data sostanza. Mentre ciò era spiegabile con le diverse sostanze trasportate dai raggi, di cui ho dato un saggio negli Annali delle Scienze del 1834, pag. 109, e quì sopra, e come ho detto ne' miei Articoli relativi e in quella mia Risposta, il sig. Melloni invece ha supposto che vi siano raggi eterogenei di calore, ad esempio di quelli della luce; che le sostanze trasmittenti, secondo la loro natura, ne intercettino alcuni e ne lascino passare altri, secondo le diverse qualità; e chiamò *diatermansia* quella supposta *colorazione calorifica invisibile* (vedi gli Annali del 1836, pag. 326, e Vol. I. pag. 86 e 267).

I Commissarj destinati dall' Academia di Parigi ad esaminare le sperienze e le deduzioni del Melloni hanno formata essi medesimi una teoría alquanto diversa, ma ancora meno determinata ed intelligibile di quella del Melloni, chiamandola *definizione dei flussi calorifici raggianti*; dalla quale null'altro si raccoglie, se non la idéa oscura: che un filetto calorifico ora sia semplice per una data sostanza trasmittente, ora sia composto per un'altra, ove si trova diviso in filetti d' ineguale assorbimento; e che tanto ciascun filetto, quanto il flusso totale, usciti da una sostanza, si trovino con le originarie loro qualità, senz'altro cangiamento che quello della intensità (vedi gli Annali delle Scienze dell' anno 1836, pag. 111 e 164). Ma come parlare di diverse qualità di raggi senza che sieno sensibili, senza formarne un sistema, come vi è nel caso della luce, e deducendole in astratto dalle diverse intensità presentate dalle sperienze, per poi attribuirle anche ad intensità eguali? Non v' era principio di filosofía che potesse appoggiare tal sorta di deduzioni.

Il Melloni, in tutte le sue sperienze e deduzioni per fondare il suo sistema, ha supposto che la pila termo-elettrica potesse servire da termometro; vale a dire, che le intensità dei raggi di calore percotenti la faccia della pila fossero proporzionali alle forze magnetiche producenti la deviazione del galvanometro, generate dalle correnti elettriche eccitate dalle impressioni calorifiche. Nulla era più infondato di quella supposizione; come ho sempre rimarcato negli Annali del 1834, pag. 49; del 1836, pag. 111. 164 e 324; parlando delle Memorie del Melloni; ed egli in nessun modo erasi curato di provare la supposta proporzionalità, base del suo sistema.

I Commissarj dell' Academia di Parigi si sono accorti di quell' essenziale difetto; ma siccome volevano essi medesimi dare la loro teoría dei flussi calorifici, che veniva ad appoggiare alla stessa supposizione, hanno prefisso di provare con esperienze la desiata proporzionalità, invece che prefigersi di cercare la verità; e addussero nel loro Rapporto quattro esperienze, che nei detti Annali del 1836, pag. 167, furono analizzate, trovandole inconcludenti.

Più di recente poi il sig. Draper (*Bibliothèque Universelle*, Août 1830, pag. 405) con semplicissime ed evidenti esperienze ha dimostrato il contrario di quella supposizione; vale a dire, ha trovato che le forze magnetiche deviatrici del galvanometro, prodotte dalle correnti termo-elettriche, sono ben lontane dall' essere proporzionali alle intensità del calore da cui hanno origine: il che bastava a rovesciare tutte le deduzioni sistematiche del Melloni, tratte dalle sue sperienze. Gli stessi Commissarj dell' Academia, in una Nota addizionale al loro Rapporto, avevano già dichiarato, che quella proporzionalità fra gli effetti della pila termo-elettrica e le intensità di calore, era la base fondamentale di tutte le deduzioni del Melloni: ragione questa, per cui hanno cercato di provare, senza riuscita, quella proporzionalità in favore del proprio sistema di flusso calorifico.

Ma, non ostante il trovato di Draper, il Melloni con fermezza romana continuò e continua a sostenere il suo sistema, nel quale ormai si è impegnato, e che forma l'oggetto quasi esclusivo de' suoi studj. In una Nota soggiunta a recente sua Memoria (*Bibliothèque Universelle*, Novembre 1840, pag. 162), riconoscendo pure la conseguenza per lui sinistra delle sperienze di Draper, si sforza di sostenere che almeno in via approssimativa nelle sue sperienze possa aver avuto luogo la vantata proporzionalità, per la breve scala termometrica a cui dice quelle riferirsi; e cita in appoggio una sola delle quattro esperienze riferite dai Commissarj nel loro Rapporto, abbandonando le altre; la quale fu tanto inconcludente, che non fu accompagnata nè pure da una Tavola, dove si potesse vedere il risultato che nudamente venne affermato.

3.° Si è detto (n.° 2) che il Melloni fondò il suo sistema delle insensibili qualità diverse di raggi costituenti colorazioni calorifiche, ad esempio delle luminose, co'l mezzo di esperienze di trasmissione; cioè, secondo lui, un dato corpo assorbe alcune qualità di raggi, e ne trasmette altre; come fa un corpo diafano colorato rispetto ai raggi della luce.

Ma com'è poi che ciascuno di que' corpi trasmette di più, secondo le più alte temperature delle sorgenti, e insieme i raggi di calore delle più alte temperature sono anche i più rifrangibili? Ecco allora la trasmissione, e l'assorbimento complementario di quella insieme alla riflessione, non più dipendenti dalle qualità dei raggi, ma dalle intensità, o sia dalle temperature. Il Melloni ha cercato di rimediare a questo sommo imbarrazzo della sua teoría con un'assai difusa Memoria inserita nella *Bibliothèque Universelle,* Septembre 1839, pag. 156, intitolata ancora *Considerazioni ed Esperienze su la diatermansia, o colorazione calorifica.* Non è questo il luogo di analizzare per minuto quella Memoria, non essendo ciò necessario all'oggetto presente di sopra indicato (n.° 1).

Basti intanto accennare, che in quella Memoria restano effettivamente sepelite le diverse qualità nelle diverse intensità dei raggi calorifici, o sia la qualità nelle quantità; e che l'autore nel cercare una sostanza che trasmettesse raggi di basse temperature in maggiore proporzione che di alte, o sia di meno rifrangibili che di più rifrangibili, per istabilire una corrispondenza co' i corpi che trasmettono i raggi meno rifrangibili gialli e rossi della luce, ha creduto trovarla nel sal-gemma coperto di nero-fumo.

Si noti che, secondo le sue sperienze, il sal-gemma trasmette quasi l'intiero dei raggi calorifici di tutte le temperature; e ch'egli attribuisce al nero-fumo, che lo ricopre mecanicamente, la facoltà d'impartire al sal-gemma la proprietà di prescegliere per la trasmissione i raggi delle basse temperature, o sia i meno rifrangibili: quasichè quella sovraposizione alterasse, a guisa di una combinazione chimica, la natura e le proprietà della sostanza.

Forbes gli ha opposto a punto, che si tratta di una mecanica modificazione della superficie. Ma il Melloni lo nega in altra Memoria (*Annales de Chimie et de Physique,* Décembre 1840, pag. 374), ritenendo invece l'assurdo, che il nero-fumo sovraposto modifichi realmente l'azione della sostanza dello stesso sal-gemma su i raggi del calore, rendendolo più atto a trasmettere i raggi meno rifrangibili, o sia di basse temperature. Fatto è, che la pretesa trasmissione per mezzo del sal-gemma affumicato dei raggi di calore di bassa sorgente in maggiore proporzione di quelli di sorgente più alta, è una illusione dipendente dal non avere giustamente apprezzate le intensità dei raggi incidenti sopra il sal-gemma fraposto fra le sorgenti e la pila, dopo avere resi equivalenti quelli incidenti immediatamente su la pila, regolando le distanze: illusione di cui è facile accorgersi, ben considerando la relativa esperienza.

Del resto, nella Memoria di cui si parla, per adattare il sistema dei supposti raggi eterogenei di calore alle maggiori e minori trasmissioni, ed alle maggiori e minori rifrazioni, secondo che alte o basse sono le temperature delle sorgenti, il Melloni viene in sostanza ad abolire quelle diverse qualità, sotto intensità eguali, che avea dedotte nelle precedenti Memorie; e viene ad immedesimare le diverse qualità co' i diversi gradi d'intensità, trasformando così il sistema, benchè ne ritenga il nome: come già per essere oscurissimo e indeterminato è trasformabile a piacere.

4.° Com'è poi de' corpi che non trasmettono, chiamati dall'autore *atermani*, mentre chiamò *diatermani* i trasmittenti? Quelli che non trasmettono assorbono però ed emettono, e conducono e riflettono il calore.

Se per il primo sistema vi era scelta di qualità di raggi per la trasmissione, e di altre qualità per l'assorbimento, secondo la natura delle sostanze, in virtù delle loro colorazioni calorifiche, le stesse colorazioni calorifiche vi dovrebbero essere anche per l'assorbimento dei corpi non trasmittenti: cioè scelta di qualità da assorbire ed emettere; scelta di qualità da riflettere, come importano le colorazioni dei corpi opachi rispetto alla luce; e scelta anche di qualità da condurre.

Ma invece, rispetto ai corpi non trasmittenti, il sistema resta distrutto, come già lo era anche pe' i trasmittenti, dal fatto della maggiore trasmissione e rifrangibilità secondo la maggiore temperatura di sorgente.

La riflessione è per ogni sorta di raggi senza scelta; per la riflessione e la conducibilità non vi è differenza da qualità a qualità. E per l'assorbimento con la successiva emissione? Qui fermiamoci. Ecco le distinzioni introdotte da Melloni con la sua Memoria inserita nella *Bibliothèque Universelle*, Novembre 1840, pagina 162. Non già che vi sia scelta di qualità di raggi assorbiti secondo la natura delle sostanze; ma torna in campo la distinzione fra le basse e le alte temperature delle sorgenti.

In primo luogo quel nero-fumo, che collocato sopra il sal-gemma serve, secondo lui, a far trasmettere in maggiore proporzione raggi sì di basse che di alte temperature, e quindi a fare assorbire in maggiore proporzione quelli delle alte; quel medesimo nero-fumo, quando poi è collocato sopra altri corpi, quasi contraddittorio a sè stesso, assorbe pressochè in totalità i raggi di ogni qualità, o sia di ogni temperatura, giacchè ormai le qualità sono confuse con le quantità.

Poi vengono i corpi bianchi in genere. Nè pur questi fanno scelta di qualità di raggi. Il Melloni con quel suo termo-moltiplicatore, che prima riteneva qual termometro, e che ultimamente chiamò soltanto *termoscopio*, ha preteso stabilire che le superficie bianche in genere abbiano la facoltà di disperdere fortemente i raggi d'incandescenza, e debolmente quelli di sorgenti di basse temperature.

La dispersione dei raggi incidenti, diversa dalla emissione dei raggi assorbiti, non è altro che una riflessione irregolare delle superficie scabre. È diversa dalla riflessione speculare delle superficie polite solamente in questo, che alle superficie scabre vi sono tante diverse riflessioni, quante sono le diverse inclinazioni dei raggi incidenti su le parti delle superficie. Ma nella dispersione Melloni introduce un nuovo mistero. Accordando ch'è prodotta anche dalla riflessione, vi suppone inoltre *un che* indefinito che la produca. Dunque mescolanza di causa nota e sufficiente con una qualità occulta.

Ma stiamo al supposto fatto della forte dispersione dei corpi bianchi pe'i raggi d'incandescenza, e della debole dispersione pe'i raggi di basse temperature. Conseguenza immediata sarà, che sia in debole proporzione l'assorbimento dei corpi bianchi pe'i raggi d'incandescenza, e che sia forte la proporzione di assorbimento pe'i raggi di basse temperature.

Ecco di nuovo confuse le qualità con le quantità, e cambiato il sistema primitivo: sistema che non sussiste più nè pure pe'i corpi trasmittenti, dopo che si è dovuto anche in quelli confondere le qualità con le intensità, per la maggiore trasmissione e rifrazione, secondo la elevazione di temperatura della sorgente. O, per meglio dire, se si ritiene il sistema in tutte le sue fasi che ha subite sotto gli sforzi di Melloni di adattarlo ai fenomeni, viene ad essere contradittorio a sè stesso; imperocchè pe'i corpi trasmittenti ora vi è scelta di qualità indipendenti dalle intensità nel determinare le trasmissioni e gli assorbimenti; e pe'i corpi non trasmittenti, l'assorbimento non è mai regolato dalle qualità, ma sempre dai gradi di temperatura delle sorgenti.

In fine vengono nella ultima citata Memoria i metalli; e ancora svaniscono le diverse qualità di raggi. I metalli non seguono nè pure la regola dei corpi bianchi di più disperdere, e in conseguenza di meno assorbire di proporzione di raggi incidenti, secondochè è elevata la temperatura di sorgente; ma invece hanno comune co'l nero-fumo la proprietà di essere indifferenti anche agli stessi gradi di temperatura delle sorgenti per la proporzione da disperdere.

Non si parli poi di qualità di raggi: i metalli non le riconoscono per niente. In confronto del nero-fumo vi è la differenza, che questo assorbe quasi la totalità di ogni temperatura, e i metalli ne assorbono una parte aliquota, disperdendo l'altra. In generale l'azione dispersiva dei metalli è più intensa che quella dei corpi bianchi.

Secondo il sistema imaginato dal Melloni non si vede come potessero andare d'accordo, come vanno in fatto, per lungo tratto della scala, i termometri ad alcool, od altro liquido diafano, con quelli a mercurio. I primi farebbero scelta di qualità di raggi; i secondi no. Questo è un oggetto che il sig. Melloni ha sfuggito: e non ha ancora detto com'egli voglia che si comportino, rispetto alle supposte diverse qualità di raggi, o alle diverse temperature delle sorgenti, i corpi aeriformi.

Tali sono in succinto le ipotesi delle moltiplicate Memorie del sig. Melloni. È chiarissimo che l'imaginato sistema di raggi eterogenei di calore, ad imitazione di quelli della luce, non è adattabile nè ai fenomeni delle crescenti trasmissioni e rifrazioni secondo le temperature delle sorgenti, nè agli effetti della riflessione o dispersione, nè a quelli della conducibilità, nè a quelli degli assorbimenti dei corpi non trasmittenti.

Lo stesso Melloni venne in sostanza a distruggere co'l confronto di que'fenomeni il suo medesimo sistema, il quale già non consiste che in puri nomi, senza idée corrispondenti.

## § IV.

### Confronto delle ipotesi di Melloni con gli effetti delle piante su la neve e su l'erba corta, prodotti per azione della luce.

1.° Quando il sig. Melloni, co'l suo Articolo inserito nella *Bibliothèque Universelle,* citata nel § III. n.° 1., volle rendere ragione con la sua teoría degli effetti delle piante su la neve per azione dei raggi del Sole, riassunti nel § I., aveva publicato soltanto la sua prima ipotesi delle originarie qualità diverse, anche ad intensità eguali, dei raggi di calore. Secondo quella erano inesplicabili i fenomeni da me osservati, perchè non si poteva attribuire la sollecita scomparsa della neve a predilette qualità di raggi ch' essa assorbisse dalle emissioni delle piante esposte ai raggi del Sole, perchè le stesse qualità di raggi, e in più abondanza, vi erano anche nei raggi diretti, sotto i quali la neve dura di più. Inoltre le mie sperienze avevano dimostrato che gli effetti erano veramente dovuti ad un' azione della luce su le piante: il che escludeva interamente la spiegazione del Melloni, il quale vuole fare del calore e della luce due agenti distinti. Infine le sperienze ch' egli aveva addotte o erano analoghe a quelle delle piante su la neve, per essere accompagnate sempre da azioni preliminari della luce; o erano molto equívoche per l'intervento dell'aria riscaldata. Tutto questo è dimostrato dalla mia Risposta inserita negli Annali del 1838, pag. 138, e quì sopra a pag. 137.

Ora poi che con la sua Memoria quì sopra citata (§ III. n.° 4), relativa ai corpi non-trasmittenti, assegnò ai corpi bianchi la proprietà di disperdere molta parte, e quindi assorbirne poca, dei raggi di temperatura d' incandescenza; e al contrario di disperderne poca, e assorbirne molta, dei raggi di basse temperature; s' intende meglio cosa abbia voluto dire con la sua spiegazione circa gli effetti delle piante su la neve. Questa, essendo bianca, disperde molto e assorbe poco dei raggi diretti del Sole, perchè sono d' incandescenza; al contrario disperde poco ed assorbe molto dei raggi emessi dalle piante, perchè sono di bassa temperatura. Può dunque avvenire che assorba in maggior copia i raggi emessi dalle piante, di quello che i raggi diretti del Sole.

Intanto non è più la qualità diversa di raggi che determini l' assorbimento, com' era la sua ipotesi da principio; è invece il grado di temperatura della sorgente, o sia la quantità di calore emesso.

In secondo luogo, con quel suo termine di *temperatura d' incandescenza*, usato dopo le mie osservazioni su la neve, che mostrarono l'effetto della luce, e il niuno effetto di calore senza luce, egli non può attribuire l'effetto su i corpi bianchi alla luce, senza contradire ad una parte del suo sistema, che non accorda alla luce effetti calorifici, nè di trasformarsi in calore.

In terzo luogo, gli effetti da me osservati in caso di siccità delle piante percosse dai raggi del Sole su l' erba corta, esposti nel § II., ed analoghi a quelli delle stesse piante su la neve, abbattono interamente la supposizione, che la sollecita scomparsa della neve per azione delle piante dipenda dalla sua bianchezza.

Egli probabilmente ha destinato quella sua parte di teoría relativa ai corpi bianchi al caso tanto marcato ed universale della scomparsa della neve, in surrogazione alle qualità diverse dei raggi, che non davanó spiegazione alcuna del fenomeno; ed ora il caso della stessa azione delle piante su la piota viene a distruggere anche quella spiegazione surrogata.

Invece d' imaginare sistemi precoci e frettolosi, e prefigersi di farne risultare le prove con fatti ulteriori, la regola per la ricerca della verità, quando si vuole questa e non altro, è di rimontare dagli effetti alle cause co'l mezzo di legitime e necessarie deduzioni, usando il raziocinio in luogo della imaginazione.

---

# Risposta del Dott. AMBROGIO FUSINIERI ad un Articolo del sig. Canonico ANGELO BELLANI, inserito nel Fascicolo XVIII., Giugno 1842, pag. 303, del Giornale del sig. Prof. Majocchi.

(Inserita nel Bim. VI. 1842 degli *Annali delle Scienze del Regno Lombardo-Veneto.*)

---

L' Articolo di cui si tratta, contro di me diretto, è un impasto disordinato ed oscuro di cose, com'è l'ordinario del sig. Bellani, almeno tutte le volte ch'ebbe a fare con me; nel quale va ripetendo quello che tante volte fu da me riconvinto, senza niente rispondere a' miei argomenti, anzi sorpassandoli del tutto.

Fra le altre cose torna in campo con la rugiada, dopo sette anni di silenzio su la mia Appendice II. in tale argomento, inserita negli *Annali delle Scienze* ec. del 1835, pag. 321 (vedi quì sopra a pag. 83); e vi torna senza niente rispondere a quell'Appendice, come se non esistesse, mentre con quella l'ho convinto, che dopo essere caduto co' suoi scritti in tante contradizioni con sè stesso, era venuto finalmente ad accordare in mezzo alle sue ambagi quella causa della rugiada ch' io avea dimostrata, e ch'egli avea con tanta insistenza combattuta.

Sia questo il primo oggetto del mio riscontro, giacchè egli ne parla in principio ed in fine del suo Articolo, mescolandovi in mezzo cose del tutto straniere, come si vedrà, secondo il suo costume di confusione e di disordine.

## § I.

Io dichiaro quì il succinto di quello che ho dimostrato co'l mezzo di osservazioni nelle varie Memorie inserite negli Annali del 1831, pag. 449 (e quì sopra a pag. 18-38); 1832, pag. 23. 59. 305 (e quì sopra a pag. 39-69); 1833, pag. 101. 102. 365 (e quì sopra a pag. 70-96).

1.° Nelle notti calme e serene l'aria da quattro o cinque piedi d'altezza fino al suolo non è già di temperatura uniforme, come si credeva, ma anzi da quell'altezza fino al suolo il calore è decrescente di molti gradi, e vie più rapidamente secondochè si si avvicina al suolo: cosicchè il massimo freddo è per tutta la notte nel primo straticello d'aria sopra il terreno o sopra la neve, grosso uno o due pollici: freddo ch'è decrescente secondo le altezze, prima rapidamente, poi più lentamente.

2.° Al contrario il terreno, anche prendendo il primo suo strato comunque sottile, si mantiene per tutta la notte più caldo di molti gradi di quel primo strato d'aria incumbente. Ed è lo stesso anche del primo strato di neve, se il terreno n'è coperto.

3.° In ciascuno degli strati d'aria, differenti fra loro di temperatura secondo le altezze, vi è per tutta la notte un raffreddamento progressivo; ritenuta sempre quella gradazione, per cui il massimo freddo è nel primo straticello d'aria.

4.° Il terreno più caldo dell'aria soprastante evapora continuamente; ed il vapore che ascende si condensa, trovando l'aria più fredda, e bagna i corpi freddi come l'aria da cui sono investiti: il che costituisce la rugiada.

Se il primo strato d'aria è a bastanza freddo da congelare il vapore che ascende, si forma la brina.

Se il terreno è coperto di neve, allora questa evapora allo stato solido; e nello stesso modo si condensa il suo vapore attaccandosi ai corpi, e costituendo la brina.

5.° In conseguenza la rugiada è sempre decrescente di quantità dal basso in alto. Nel corso della notte il suo aumento ed il suo alzamento sono progressivi; ma vi è sempre un límite non molto distante dal suolo, oltre il quale non giunge mai, e manca interamente per tutta la notte: límite che varia secondo le circostanze di umidità del terreno, della temperatura e della lunghezza delle notti. Cosicchè di estate ho trovato che la rugiada non sorpassa l'altezza di 25 o 30 piedi, restando secche per tutta la notte le cime o i rami degli alberi superiori a quell'altezza.

6.° La presenza delle nubi diminuisce e non toglie interamente la formazione della rugiada. Le cause sono: che a cielo coperto non vi è la suddetta gradazione di temperatura, per cui dall'alto al basso il freddo

è crescente di molti gradi, anche a distanza di quattro o cinque piedi dal suolo (n.° 1.); di più, a cielo coperto la temperatura in ciascuno strato d'aria è maggiore che a cielo scoperto, e le nubi diminuiscono nache la evaporazione del terreno (n.° 4). Opera lo stesso effetto delle nubi un coperchio da vicino come una ombrella (Annali del 1832, pag. 305, e quì sopra a pag. 65-69), producendo riscaldamento nell'aria sottoposta, come fanno le nubi; e ciò evidentemente a causa del caldo vapore ascendente dal terreno, che viene tratenuto sotto il coperchio. Lo stesso avviene sotto gli alberi, cioè diminuzione di rugiada per le stesse cause.

7.° Un Fisico Inglese, il sig. Wells, ha imaginato di spiegare la rugiada delle notti serene co'l mezzo di un supposto irraggiamento negli spazj celesti del calore dei corpi esistenti alla superficie del terreno, ed anche della stessa superficie; in virtù del quale irraggiamento i corpi si raffreddino al di sotto dell'aria a segno tale da ridurla in contatto con essi sempre al di sotto del punto di saturazione d'aqua che contiene fino dal giorno precedente; cosicchè avvenga la precipitazione di quell'aqua su i corpi.

Tale ipotesi, ch'esige un tanto raffreddamento dei corpi da ridur sempre l'aria in contatto con essi al di sotto del suo punto di saturazione, contiene per sè stessa due errori massimi. L'uno di supporre non esistente il vapore notturno che di continuo ascende dal terreno più caldo dell'aria soprastante: fatto questo certissimo, dimostrato dalle mie osservazioni. L'altro di supporre nelle notti serene i corpi e la stessa superficie del terreno più freddi dell'aria ambiente e soprastante: errore questo nato dalla supposizione che l'aria da quattro a cinque piedi d'altezza sino al suolo abbia una temperatura uniforme. Imperocchè co'l confronto di un termometro a quell'altezza, e di un altro in contatto del terreno, vedendo questo più basso, fu creduto che la superficie fosse più fredda dell'aria soprastante; ed invece il termometro in contatto del terreno segnava la minore temperatura del primo straticello d'aria (n.° 1). Infatti, secondo le mie osservazioni, il primo straticello di terreno, comunque sottile, è più caldo di molti gradi di quel primo straticello d'aria incumbente; ed è più calda in conseguenza anche la superficie, siccome ho trovato con un termòmetro in contatto del terreno, il quale, partecipando alquanto di quel calore, era un poco più caldo di un altro ad un pollice o due di altezza.

8.° Con quella ipotesi si è creduto anche di spiegare quello che avviene quando il cielo è coperto; supponendo cioè che per impedito irraggiamento negli spazj celesti i corpi non si raffreddino al di sotto dell'aria, e non vi sia quindi precipitazione di rugiada. Ma, secondo tale ipotesi, a cielo coperto vi sarebbe mancanza assoluta di rugiada: il che non è, perchè una certa quantità ve n'è sempre, benchè minore che a cielo sereno. In secondo luogo, giusta la ipotesi, l'impedito irraggiamento negli spazj celesti, o sia la riflessione in giù dei raggi di calore, non farebbe che rendere stazionaria la temperatura; ed invece se dopo la serenità compariscono di notte le nubi, vi è un notabile riscaldamento negli strati d'aria, e niente nel terreno: precisamente come fa un vicino coperchio che tratenga il vapore ascendente. Tutto questo è contrario alla supposizione, che l'effetto delle nubi sia quello d'impedire l'irraggiamento negli spazj celesti.

9.° Co'l mezzo di quel massimo freddo nel primo straticello d'aria ho resa facile ragione del ghiaccio artificiale che si forma alle Indie nelle notti calme e serene (Annali del 1832, pag. 59, e quì sopra a pagina 54-56; 1833, pag. 365, e quì sopra a pag. 72); precisamente come in quel primo straticello si formano fra di noi i sottili strati delle prime brine autunnali. Nè con l'irraggiamento di calore negli spazj celesti se ne rende ragione, come fu creduto; perchè un poco sopra di quel primo strato d'aria non si forma più il ghiaccio alle Indie, nè la brina autunnale fra di noi, quantunque vi sarebbe lo stesso irraggiamento.

10.° Ho poi mostrato con gli opportuni detagli nelle citate mie Memorie, come tutte le circostanze della formazione della rugiada siano contrarie alla ipotesi del Fisico Inglese. Fra le tante basterà quì notare, che la genesi della rugiada sarebbe precisamente a rovescio di quanto avviene secondo i fatti: vale a dire, le cime e le alte fronde degli alberi sarebbero le prime a bagnarsi, mentre invece restano secche per tutta la notte; la rugiada si deporrebbe progressivamente dall'alto al basso, e la sua quantità sarebbe dall'alto al basso decrescente, mentre invece si va deponendo progressivamente nel corso della notte dal basso in alto, e la sua quantità è in ogni tempo dal basso in alto decrescente. Al fondo dell'erba alta di un prato, ove dagl'intrecci ed involucri superiori è tolto il libero aspetto celeste, non vi sarebbe mai rugiada: ed invece al fondo di quell'erba è la prima a formarsi, mentre le cime sono ancor secche; ed in séguito, quando tutta l'erba è bagnata, nel fondo vi è la massima quantità. La rugiada si deporrebbe egualmente nella stessa ora sopra due termometri alla stessa temperatura, essendo uno un poco più alto dell'altro; ed invece il più basso sarà bagnato, mentre il più alto sarà ancora secco. Lo stesso termometro, che da un'ora all'altra conserva la stessa temperatura, sarebbe súbito bagnato nella prima ora; ed invece nella prima ora sarà secco, e ba-

gnato nella seconda. Infine si bagna di rugiada anche il nudo terreno per uno strato fino a certa profondità, in virtù del vapor caldo ascendente, che trovando freddo il primo strato d'aria si condensa (Annali dell'anno 1832, pag. 27 e 310, e quì sopra a pag. 41 e 69); ed invece, secondo la ipotesi di Wells, il terreno non potrebbe bagnarsi, per essere un fatto incontrastabile che quello strato di terreno che si bagna è più caldo dell'aria soprastante per tutta la notte.

11.° Si noti che la ipotesi del Fisico Inglese su la formazione della rugiada, da me dimostrata erronea in tante forme, era stata coronata dalla Società di Londra; ed era stata avidamente abbracciata per la sua apparente illusoria semplicità dai Fisici Francesi da gabinetto, senza esperienze proprie. Il sig. Bellani, appoggiato a tali autorità, si è accinto a farsi opponente a qualsivoglia evidenza delle mie Memorie con una moltitudine di suoi scritti ora negli *Annali di Agricultura*, ora nel *Poligrafo* di Verona, ora nel *Giornale Arcadico* di Roma; ma in qual modo? Invece d'incontrare distintamente e regolarmente i fatti delle mie Memorie, le relative deduzioni, ed i miei argomenti, ha tutto disimulato nei punti principali, ed ha preso di mira solamente qualche fatto staccato, ove ha creduto potervi applicare delle spiegazioni forzate secondo la ipotesi di Wells; spargendo da per tutto confusione ed oscurità, incorrendo in assurdi, e persino in contradizioni con sè stesso: come ho mostrato negli Annali del 1833, pag. 102-104, e quì sopra a pag. 70-72; e in un'Appendice al Bim. III. degli stessi Annali del 1834, pag. 171, e quì sopra a pag. 74.

12.° In fine, avendolo io con quell'Appendice stretto da vicino, e richiamato con forza al nodo della questione, ch'egli avea sempre sfuggito co' suoi guazzabugli, si è ridotto con due scritti, ciascuno dei quali chiamò *ultimo*, negli *Annali di Agricultura* (Genajo, Febrajo e Marzo 1835) ad incontrare quell'Appendice; ma sempre con le solite confusioni e disimulazioni, e cercando sempre di spargere nuove tenebre sopra ciò ch'io avea dilucidato.

Nulladimeno bisognava che in qualche modo rispondesse al mio richiamo formale: se riconoscesse o no un vapor caldo ascendente di notte dal terreno; se riconoscesse che questo incontrava l'aria più fredda soprastante; e se riconoscesse che incontrandola dovesse condensarsi, e bagnare i corpi freddi come l'aria: siccome suo malgrado avea già riconosciuto quel vapore nel *Poligrafo* di Settembre 1832.

Egli non ha potuto più sottrarsene. In mezzo ad una quantità di ambagi e di nuove implicanze ha finalmente riconosciuto con que' suoi ultimi scritti del 1835 queste due cose: il vapor caldo, che di notte esce dal terreno; e l'aria fredda soprastante che incontra, in virtù della quale si condensa, e bagna i corpi. Ma al di là d'una certa altezza, ch'egli non determina, sostenne ancora il Bellani che vi sia un'altra rugiada al modo di Wells; per questo, perchè a quel caldo vapore egli non permette di molto ascendere. Cosicchè, secondo lui, sarebbero due le rugiade: una inferiore, l'altra superiore, dipendenti da cause differentissime. Ed ha creduto togliersi dall'assurdo delle due rugiade, chiamando la prima, o sia la bassa, *distillazione*.

Ma fece credere nello stesso tempo a' suoi lettori, che fosse già noto prima delle mie sperienze il graduato incremento di freddo dell'aria discendendo da alcuni piedi fino presso terra, e che fosse noto il massimo freddo dello straticello d'aria in confine con la superficie; mentre, come io avea mostrato tante volte nelle mie Memorie, Wells e tutti gli altri hanno preteso misurare la temperatura dell'aria soprastante al suolo con un termometro a quattro o cinque piedi d'altezza, supponendola uniforme da quell'altezza fino a terra; d'onde era nato l'errore di credere l'aria più calda dei corpi giacenti in terra, e della superficie del suolo, e di quella della neve (num. 1. e 7).

13.° Con una mia Appendice II. *Sopra la causa della rugiada* (Annali del 1835, pag. 321, e quì sopra a pag. 83) ho incontrato quegli ultimi suoi guazzabugli. Ho mostrato ch'egli stesso era convinto della realtà della causa della rugiada da me determinata; ed ho mostrato l'assurdo a cui egli si è ridotto con la sua ostinazione di sostenere che il vapore ascendente dal terreno non possa ascendere nè condensarsi al di sopra di una certa breve altezza, ch'egli non determina. Al progressivo alzamento e condensazione del caldo vapore che ascende, basta il progressivo raffreddamento durante la notte di ciascuno degli strati d'aria (n.° 3); d'onde la genesi progressiva della rugiada dal basso in alto.

Ho poi convinto il Bellani del suo assurdo di volere che tutto il vapore ascendente debba condensarsi nel primo strato d'aria senza che alcuna parte ulteriormente ascenda. L'ho convinto con quello che sa per osservazione in proposito lo stesso vulgo, con quello che sanno tutti i Fisici, con quello ch'egli riconobbe in altri suoi scritti, e con quello che scrisse in proposito chiaramente il suo amico Prof. Belli nel *Corso elementare di Fisica sperimentale*, Vol. II. pag. 461.

Infine ho concluso in questo modo: « Credo di aver servita la scienza difendendo la verità perse-
» guitata non solo co'l proprio suo lume, ma co'l mostrare ancora, che chi con tanta insistenza la com-
» batte, la conosce già dalle mie Memorie e n'è convinto, come manifestano gli stessi mezzi ch'egli ado-
» pera per offuscarla. »

14.° A questa mia Appendice egli non ha più risposto; e dopo sette anni di suo silenzio è tornato in campo con l'informe Articolo nel citato Giornale del sig. Majocchi; ove disimulando per intiero tutti i miei scritti su la rugiada contro le sue opposizioni, e segnatamente quell'Appendice che ha tutto raccolto, mi rinfaccia da principio, ch' io *non abbia voluto ammettere l'effetto del calorico raggiante per la spiegazione della rugiada e brina nel modo che viene ormai da quasi tutti i Fisici ammesso.* Ed in fine ha detto: *Da tutti si ammette, e dallo stesso Fusinieri, che la temperatura dello strato d'aria più vicino alla superficie terrestre dal tramonto al rinascere del Sole diventa più fredda degli strati superiori fino a certa altezza. Ora se, secondo la spiegazione già data dal Fusinieri, il fenomeno dipendesse unicamente dall'umidità che si solleva dal suolo, e che, incontrando il primo strato freddo atmosferico, deve precipitare o sia ridursi in aqua, perdendo tutta quella tensione proporzionata all'abbassamento della temperatura incontrata; il vapore residuo che continuasse a sollevarsi non potrebbe più menomamente precipitare, perchè incontrerebbe strati meno freddi del primo.*

Ecco un nuovo imbroglio, dove il Bellani prima vuole la rugiada dipendente dal calore raggiante; poi ammette possibile che possa anco procedere dall'umidità che si solleva, e che precipita incontrando il primo strato freddo atmosferico; dopo che negli *Annali di Agricultura* del 1835 lo ammetteva come fatto positivo (n.° 12). Nello stesso tempo ripete quello che avea affermato falsamente negli *Annali di Agricultura* del 1835 (n.° 12.), che fosse noto prima delle mie sperienze il massimo freddo dell'aria nel primo strato presso alla superficie terrestre, con graduata diminuzione di freddo fino a certa altezza. Mentre poi in quegli *Annali di Agricultura* facea condensare tutto il vapore terrestre in un primo strato d'aria più freddo a basso (n.° 12. 13.), ora invece accorda che un vapore residuo non condensato nel primo strato continui a sollevarsi; ma nega che precipiti negli strati superiori: sorpassando con ciò il fatto del progressivo raffreddamento di ciascuno strato d'aria a cielo sereno durante la notte, dimostrato dalle mie osservazioni; dal che dipende la genesi progressiva della rugiada nel corso della notte a sempre maggiori altezze (num. 3. e 5).

Giacchè egli oblía interamente la mia Appendice II., inserita negli Annali del 1835, pag. 321 (vedi quì sopra a pag. 83), che ha raccolto tutto lo stato della questione, e che lo ha debellato in tutti i punti; e dopo sette anni viene ancora a parlare di rugiada, rinovando i suoi imbrogli, io lo mando a rispondere a quell'Appendice.

## § II.

1.° Con le mie Memorie inserite negli *Annali delle Scienze* del 1831, pag. 31 e 192 (vedi quì sopra a pag. 16), ho parlato anche di un'azione dei metalli di fondere le molecole di neve a temperature inferiori allo zero.

In una Memoria inserita nel Tomo XII. della Società Italiana delle Scienze, Modena 1840 (vedi quì sopra a pag. 125), ho dato sviluppo a questo argomento, riferendo in detaglio una moltitudine di mie sperienze, e determinando le cause dei relativi fenomeni. Nel § II. (pag. 126) ho parlato di *un calore fondente e volatilizzante, che si sviluppa in contatto dell'aqua gelata co'i corpi in genere, e principalmente co'i metalli, e più secondo ch'è minutamente divisa.* Fra le tante cose ho addotto le seguenti.

« In una capsula di metallo la neve cominciava a fondersi di sotto in contatto a — 2° circa, e a — 1°
» si riduceva dopo qualche tempo liquida. Al contrario in una capsula di vetro sussisteva a lungo gelata an-
» che fino a + 1. 1/2. »

Parlo indi d'un gran numero di esperimenti fatti nell'inverno del 1826, e ripetuti con maggiore distinzione negl'inverni degli anni 1831 e 1832 con dischi di 9 centímetri di diametro di varj metalli, di vetro, di resina, di ágata e di legno.

« Le temperature dell'aria segnate da un termometro presso ai dischi erano nei varj esperimenti
» 0°; — 1°; — 1°, 5; — 2°; — 2°, 5. Prima di spargere la neve su i dischi io li lasciava esposti il tempo
» necessario, onde acquistassero la temperatura dell'aria. La neve ch'io vi spargeva era sempre di qualche
» grado più fredda; per esempio: a — 3°. »

« Sopra dischi di zinco, di ferro e di rame a tutte quelle temperature le minime molecole di neve si » fondevano all'istante: pareva precisamente che toccassero metalli riscaldati al fuoco. »

« Le molecole maggiori si fondevano più tardi, per esempio in due o tre minuti secondi; e sempre più » tardi secondochè erano maggiori, e secondochè la temperatura era più bassa dentro i suddetti limiti. »

« Alla temperatura di 0° tutte le goccioline restavano liquide. Alle temperature di — 1°; — 1°, 5°; » — 2°, 5 le più piccole, che si erano fuse, restavano pure liquide; ma altre alquanto maggiori si congela» vano di nuovo. »

La nuova congelazione mostra evidentemente che i dischi di metallo erano ridotti a temperature inferiori allo zero.

« Su gli altri dischi di vetro, resina, ágata e legno simili molecole di neve a quelle temperature non » si fondevano. »

Anche questo fatto mostra che i dischi erano già ridotti a temperature inferiori allo zero, com'era la temperatura dell'aria ambiente, segnata da vicino termometro.

« Lo sviluppo di calore fondente dei metalli su la neve, a temperature inferiori allo zero, era accom» pagnato da chimica azione delle minime parti di questa sopra quelli.... L'azione chimica di minime parti » è in relazione più energica: il che combina con la energía che il sig. De-la-Rive attribuisce ai gas e ai va» pori di sviluppare elettricità con le loro azioni chimiche su i metalli » (*Recherches sur la cause de l'electricité voltaique*. Génève 1836, pag. 13).

« Alle temperature — 3°, — 4°, — 5° io esponeva dischi di zinco, di ferro, di rame, di resina, di le» gno, di ágata e di vetro, e vi spandeva sopra bricioli di neve. A quelle temperature non si fondevano nè » pure su i metalli. Invece dentro un certo tempo sparivano, senza passare per lo stato liquido. »

« Ho costantemente osservato che dai metalli la evaporazione delle molecole gelate era molto più solle» cita che dagli altri corpi. »

« Da questi secondi esperimenti alle dette temperature, nelle quali le molecole gelate non si fondevano » su i metalli, risulta che al contatto si sviluppava un calore volatilizzante le stesse molecole, invece che » fondente. »

Nel § III. ho mostrato *lo sviluppo di elettricità contemporaneo a quello del calore fondente in contatto delle molecole gelate d'aqua co' i metalli.*

Nel § IV. *Circa le cause dei fenomeni esposti. Nuova prova immediata dello sviluppo di elettricità per azione chimica nella pila di Volta. Dipendenza dei detti effetti dal calorico nativo de' corpi;*

Fra le altre cose ho detto come segue:

« Un primo risultato ottenuto è lo sviluppo di calore fondente e volatilizzante le molecole (§ II.) in » contatto di metalli a temperature di più gradi sotto lo zero. D'onde viene quel calore? Vi rispondono » altri fatti contemporaneamente rilevati, che viene da azione chimica di quelle molecole su i metalli. Tali » fatti sono: 1.° le evidenti marche di ossidazione che lasciano su i metalli quelle molecole dopo evaporate; » 2.° l'impedimento allo sviluppo del calore fondente, che oppone un velame, comunque leggerissimo, di os» sido che contratto abbia il metallo, velame che toglie a punto o diminuisce l'azione chimica; 3.° il minore » sviluppo di quel calore fondente nel contatto dell'argento in confronto di metalli più ossidabili (§ II. nu» mero 2. e 3). »

Nel § VI. *Lo sviluppo di calore fondente e volatilizzante è causa di scarsezza di brina e di rugiada su i metalli. La potenza delle punte e degli spigoli ad aggregare le molecole di brina è un effetto di carattere elettrico dipendente da sviluppo di calorico nativo.*

2.° Mentre adunque ho mostrato con una serie di chiarissimi esperimenti lo sviluppo di calore fondente e volatilizzante nel contatto di molecole gelate d'aqua con corpi in genere, e principalmente co' i metalli; mentre ho determinata anche la causa di scarsezza di rugiada e di brina su i metalli: il sig. Bellani nel suo informe Articolo, secondo il suo perpetuo spirito di opposizione contro di me nelle cose meteorologiche, in cui pretende una preminenza, ha detto che *meriterebbe d'essere rifatto lo sperimento, che molecole di neve gettate sopra dischi di metallo a — 2°,5, si fondevano all'istante, congelandosi poscia di nuovo. Bisognava collocare prima que' dischi sopra la neve a — 2°,5, per assicurarsi della loro temperatura, gettandovi sopra altra neve; nel qual caso non sarebbe succeduto il fenomeno, come io sperimentai.*

Egli dunque si riduce anche a negare il fatto in tante forme da me sperimentato. Su di ciò gli rispondo: in primo luogo, facia egli le sue opposizioni ai detagli della mia Memoria, inserita nel Tomo XII. della

Società Italiana; in secondo luogo, come io detagliai con precisione i miei esperimenti, così egli facia egualmente del suo, co 'l quale pretende avere sperimentato che sopra un disco di metallo a — 2°, 5 non si fondessero le molecole di neve. Mostri anche come abbia fatto a ridurre la neve a — 2°, 5, sopra cui dice di avere collocato il disco. Io fratanto, assicurato dalla moltitudine de' miei esperimenti, nego ch' egli possa avere ottenuto un risultato contrario a' miei.

## § III.

Il sig. Bellani nel suo disordinato Articolo balza da un oggetto all'altro, i più disparati; e, quello ch'è peggio, parla con oscurità che sembrano studiate.

Ho mostrato con esperimenti negli Annali del 1831, pag. 39-44, e quì sopra a pagine 5-7, che dentro campane di vetro, e in genere dentro corpi diafani esposti ai raggi del Sole, si accumula calore di 10°, 12° e 15° maggiore che quello dell' aria esterna; e che in vasi opachi di metallo l'accumulamento di calore avviene pure, ma molto minore. D'onde ho resa ragione della osservazione di Brewster, che nelle interne cavità del ghiaccio si trova alle volte aqua non gelata anche a temperature assai basse (pag. 44, e quì sopra a pag. 8); e negli Annali del 1836, pag. 51-54, e Vol. I. a pag. 271 e seg., ho resa ragione con quel principio della progressiva dilatazione delle bolle d' aria dentro il ghiaccio, che alle volte diviene smisurata. Negli Annali poi del 1838, pag. 115, e quì sopra a pag. 117-118, ho mostrato che essendo piantate delle bacchette in vasi di neve esposti al Sole, uno scoperto, l' altro coperto con campana di vetro, attorno le bacchette del primo si formavano delle fosse maggiori che attorno quelle del secondo, benchè per le premesse sotto la campana fosse molto più grande il calore: d' onde ho concluso, co 'l mezzo anche di altri esperimenti di confronto fatti di notte, che la scomparsa della neve attorno i corpi non procede dalla temperatura dell' aria fraposta, ma dall' azione dei raggi di luce assorbiti e poi emessi.

1.° Contro tutte queste cose il Bellani si cimenta nel suo Articolo in modi veramente insensati, e sempre co 'l solito disordine.

Parla prima della *dilatazione delle bolle dell'aria dentro il ghiaccio,* dicendo che *non si potrebbe capire come possano dilatarsi le bolle d'aria rinchiuse : sì perchè non si vede la causa di questa dilatazione; e sì perchè, se avesse veramente luogo, dovrebbe rompere la parte solida che involge quelle bolle.* Su di che lo mando a rispondere alla causa della dilatazione che ho determinata come sopra, per la quale non si rompe punto la parte solida che involge le bolle.

Poi conviene che *sotto una campana di cristallo si potrà accumulare calore di molti gradi maggiore dell'esterno;* e dovea parlarne prima, perchè serve a rendere ragione della dilatazione delle bolle d' aria dentro il ghiaccio: il che egli fa mostra di non comprendere. Soggiunge, che *essendo questo calorico oscuro derivante dal riscaldamento del cristallo, si comunicherebbe egualmente tanto alla superficie della neve, che agli altri corpi in essa infissi.*

È falso che quel calore accumulato sia calorico oscuro derivante dal riscaldamento del cristallo, perchè se la campana è di metallo, il suo riscaldamento per calorico oscuro è maggiore, ma l' accumulamento interno è minore.

È falso in secondo luogo che dentro la campana il calore si comunichi egualmente alla superficie della neve ed ai corpi infissi, perchè questi formano anzi attorno sè stessi delle fosse, benchè minori che senza campana; e le mie sperienze dimostrano questo essere effetto non di calore oscuro, ma di luce assorbita.

Lo stesso Bellani riferisce di ciò le mie prove dicendo, che *coperta la neve da una scatola annerita non si formeranno punto avvallamenti attorno i corpi immérsivi; e che di notte non si formano fosse attorno bacchette piantate nella neve in una stanza a* + 4° e + 5°.

Cosicchè resta inintelligibile qual sorta di opposizione egli abbia inteso di fare; nè si vede punto il proposito delle sue ciarle. Che si spieghi meglio, e allora risponderò.

## § IV.

1.° In quanto alla scomparsa della neve in contatto e in vicinanza dei corpi, il Bellani mi rinfaccia in principio del suo Articolo, ch'io non ammetta la spiegazione, che *corpi opachi e poco riflettenti la luce, assorbendo maggiore quantità di luce solare diretta o riflessa, più si riscaldino in proporzione, e perciò comunichino per conducibilità o per irradiamento questo calore alla neve circostante.*

Io lo mando a rispondere ai fatti ed agli argomenti delle Memorie ch'egli sorpassa: cioè negli Annali del 1831, pag. 31 e seg. (e quì sopra a pag. 1 e seg.); e negli Annali del 1838 pag. 38 e seg. (e quì sopra a pagina 112 e seg.); e del 1841 (e quì sopra a pag. 151 e seg.)

Riporterò quì intanto come sufficiente, che in quella del 1841, parlando della scomparsa della neve ho detto a pag. 117 (e quì sopra a pag. 151 e seg.), che « non può essere effetto dei raggi di calore assorbiti e » poi emessi nè dei raggi riflessi; imperocchè la loro somma è minore di quella dei raggi diretti. Se l'azione » fosse di quei raggi, vi sarebbe effetto maggiore dove la causa è minore. »

Nell'altra Memoria del 1838, pag. 59 (e quì sopra a pag. 124), ho detto: « Il principio più genera» le, che sembrerebbe connettere tutti i fenomeni descritti, sarebbe quello della trasformazione della luce » in calore entrando nei corpi; e ciò dietro lo sperimento fatto con la carta nera (§ I. n.° 3). Ma nello spie» gare poscia la trasmissione di quel calore alla neve in distanza converrebbe ammettere, secondo i varj » fenomeni, che ciò avvenga ora per contatto co 'l mezzo dell'aria, ora in forma raggiante; ed a tutto que» sto si oppone una folla di altri effetti, cioè le misure termometriche prese (§ II. n.° 5., § III. n.° 7., § IV. » n.° 3.), i grandi vuoti che si formano attorno steli sottilissimi maggiori dei proporzionali (§ II. num. 2. » 3. 4.), le impressioni profonde e regolarissime in piani verticali prodotte su la neve dalle piantine incli» nate (§ III. num. 1. 2.), e l'effetto sorprendente in tutti i suoi detagli, che avviene sotto gli alberi (§ III. » num. 3. 4). »

Vi sono poi i miei esperimenti, accennati quì sopra (§ III.), che dimostrano essere la scomparsa della neve attorno ai corpi l'effetto dei raggi di luce da questi assorbiti, e non di calore oscuro.

2.° In quanto alla scomparsa sollecita della neve sotto gli alberi, che dee procedere dalla stessa causa generale determinata dell'assorbimento di luce, il Bellani si riduce a parlarne, secondo il suo disordine, dopo le altre cose di cui sopra (§ II. e § III).

In primo luogo pretende che scomparisca la neve sotto gli alberi prima che allo scoperto, *perchè i rami degli alberi, sebene spogliati di foglie, ritengono molta neve che cade, per cui meno se ne accumula di sotto.* Al che ho già risposto nelle mie Memorie del 1838, pag. 53 (e quì sopra a pag. 121); e del 1841, pag. 117 (e quì sopra a pag. 151 e seg.): ed egli, come al solito, non se ne fece alcun carico.

« In primo luogo, se sotto gli alberi non cade súbito tutta la neve che in quello spazio discende dalle » nubi, vi cade in séguito anche quella tratenuta dai rami per la fusione di contatto. »

« In secondo luogo, spesso la neve giunge a terra in direzione inclinata, trasportata dal vento; nel » qual caso sotto gli alberi non è minore di quella caduta nei luoghi vicini: e infatti osservai in tali casi » che sotto gli alberi avea lo stesso livello che al di fuori. Al che se si aggiunga quella che cade su i rami » e che poi si distacca, anzi sotto gli alberi in tali casi dee riuscire di quantità maggiore, che negli spazj » vicini al di là del vento. »

« In terzo luogo, se la scarsezza di neve sotto gli alberi fosse la causa, non comincerebbe a scom» parire costantemente verso il Mezzogiorno, dilatandosi poscia il vuoto a Levante e Ponente, e per ul» timo anche a Settentrione. »

« In quarto luogo, le impressioni che producono a distanza i rami degli alberi su la neve avven» gono come quelle dei piccoli steli e dei loro rami presso terra; ma, a differenza di queste, sono con» fuse e complicate in ciascun sito. Le tracce hanno un progresso che fa loro cangiare di forma: la neve » diviene spugnosa, con larghe cavità fraposte alle sue parti; e poi comincia a scoprirsi il terreno con » l'esposto progresso. Al contrario nei luoghi scoperti la diminuzione di altezza della neve è uniforme o » per fusione in contatto del terreno, o per fusione in contatto dell'aria, o per azione diretta dei raggi » del Sole. »

Nella Memoria del 1838, pag. 54, (vedi quì sopra a pag. 121) ho soggiunto: « L'effetto dei grossi » e minuti fusti verticali attorno sè stessi (§ II. n.° 2.), degli steli e festuchi inclinati attorno e sotto sè » stessi (§ III. n.° 1.), e dei rami degli alberi al di sottò (§ III. n.° 2. 3. 4.), è certamente quello di fon» dere e volatilizzare la neve. »

Ho riportato quì sopra (§ III.) le mie dimostrazioni, essere effetto della luce assorbita, e non di calore oscuro, quello di fare scomparire la neve attorno i corpi. L'effetto è il medesimo sotto gli alberi, come attorno i corpi infissi nella neve, e come sotto i piccoli festuchi inclinati; nè la causa può essere diversa.

3.° Il Bellani nulla risponde a tutto questo; e non contento egli stesso dell'addotta e smentita causa,

che la scomparsa della neve sotto gli alberi dipenda dalla sua scarsezza, ne adduce un'altra, che *durante la notte facendo tetto in uno co' rami alla neve sottoposta, impedisce a questa di raffreddarsi per irradiamento verso gli spazj celesti: causa per cui, combinata con la obliquità del Sole invernale, deve più presto scomparire.*

Da parte intanto la obliquità del Sole, perchè questa agisce anche allo scoperto senza fare sparire la neve così presto, come sotto gli alberi. Il Bellani in quel modo la fa sparire per calore notturno: il che non combina con la sua scomparsa prima a Mezzogiorno, poi verso Levante e Ponente, ed in fine a Settentrione; come non combina con quelle logorazioni sotto gli alberi che procedono dalle azioni distinte dei rami, simili a quelle cavità che vi producono i piccoli steli erbacei vicini ed inclinati; e meno combina co'l principio dimostrato (§ III.), che tutto questo genere di fenomeni proceda da luce assorbita, e non da calore oscuro.

Si aggiunga, che questo genere di fenomeni non manca mai, se anche a cielo coperto si mantenga la temperatura dell'aria dopo caduta la neve a più gradi sotto lo zero (Annali del 1838, pag. 45, e quì sopra a pag. 116; e 1841, pag. 115, e qui sopra a pag. 151 e seg). In tal caso nelle notti, certamente più fredde dei giorni, non potrebbe esservi sotto gli alberi quel calore fondente che il Bellani va imaginando.

Finirò con questo esperimento, già riferito negli Annali del 1838, pag. 55, e quì sopra a pag. 122; e 1841, pag. 117, e quì sopra a pag. 151 e seg.

« Sotto un ramo d'albero che agiva fortemente a distruggere la neve benchè il cielo fosse coperto » (non di notte, ma di giorno), e dove cominciavano a snudarsi alcune parti del terreno, ho collocato un » termometro sovra una parte di neve ch'era in attualità di molta logorazione ad un centímetro di distan» za. Altro termometro ho collocato in luogo scoperto, poco lontano, sospeso pure ad un centímetro dalla » neve. Il primo si rese stazionario a + 2°, 5; il secondo a + 4°. » Ciò distrugge interamente la supposizione del Bellani, che la scomparsa della neve proceda da maggiore temperatura notturna sotto gli alberi, di quello che allo scoperto; e ciò conferma, quello ch'è d'altronde provato (§ III.), che l'effetto procede dall'assorbimento della luce solare nei corpi.

4.° Si aggiungano a tutto questo i miei esperimenti fatti con apparecchj artificiali, co'i quali ho trovato avvenire su la neve a distanza gli stessi effetti descritti per azione dei raggi del Sole su i corpi naturali e su gli alberi (Annali del 1838, pag. 57, e quì sopra a pag. 123, § IV.; e 1841, pag. 118, e quì sopra a pag. 151 e seg.): esperimenti che bastano a distruggere tutte le cause assegnate dal Bellani alla scomparsa della neve.

Invece di venire con supposizioni ed assurdi, già tutti smentiti dalle mie Memorie, che si accinga il Bellani a rispondere a quelle, in luogo di tenerle celate.

5.° Nella Memoria del 1841, § II. pag. 119, e qui sopra a pag. 154, ho parlato dell'azione diseccante degli alberi su l'erba, simile a quella che fa svanire la neve.

Co'l detaglio dei fatti ho mostrato che il fenomeno si presenta precisamente simile in tutte le circostanze a quello della scomparsa della neve d'inverno sotto le piante.

Siccome il sig. Macedonio Melloni avea preteso nella *Bibliothèque Universelle,* Mai 1838, di spiegare la scomparsa della neve sotto gli alberi per mezzo della sua bianchezza, applicandovi una sua teoría di calore raggiante, che ho rilevata insussistente nel § III. pag. 121 di essa Memoria del 1841, e quì sopra a pag. 155; così nel § IV. pag. 127, e quì sopra a pag. 159: ho concluso inoltre, « che gli » effetti da me osservati in caso di siccità delle piante percosse dai raggi del Sole su l'erba corta, » esposti nel § II., ed analoghi a quelli delle stesse piante su la neve, abbattono interamente la sua » supposizione, che la sollecita scomparsa della neve per azione delle piante dipenda dalla sua bianchezza. »

6.° Il Bellani nel suo Articolo, di cui si tratta, per opporre a tutto, pretende in primo luogo che l'effetto da me osservato delle piante su l'erba in caso di siccità fosse *conosciuto da tutti gli agricultori,* mentre nessuno ne ha parlato con le stampe. In secondo luogo pretende spiegarlo con la mancanza di rugiada notturna sotto gli alberi, con la supposta minore umidità sotto le piante per le piogge tratenute e deviate dalle fronde, e con l'umore assorbito dalle radici degli alberi a danno delle superficiali radici dell'erba.

Ma tutto questo viene smentito dalla circostanza del fenomeno, della quale il Bellani non fa parola, simile a quella della scomparsa della neve: che le macchie di seccume dell'erba in caso di siccità « erano lunghi e larghi spazj sotto gli alberi, precisamente verso le posizioni del Sole nelle ore me» ridiane; andavano restringendosi verso Levante e Ponente; e verso Settentrione erano ristrettissimi, o

» mancavano del tutto. A compimento della similitudine: quanto più frondosi erano gli alberi, e più » estese erano quelle macchie giallo-biancastre, verso il Sole, di erba che parea distrutta. »

D'altronde il sig. Bellani con le sue imaginate cause ha commesso il grave errore di non riflettere che le fronde degli alberi fanno ombra; che in conseguenza sotto essi la evaporazione del terreno è assai minore che allo scoperto; e che quindi l'umido del terreno tratenuto è molto maggiore: il che distrugge tutte quelle sue supposizioni per la spiegazione del fenomeno.

Da tutto l'esposto ne viene, che la distruzione dell'erba sotto gli alberi in caso di siccità non procede già da minore umidità del terreno, ma da quell'azione dei raggi di luce dai rami assorbita, che distrugge anche la neve (§ III). Io poi nella mia Memoria del 1838, pag. 58, e quí sopra a pagina 124; ed in quella del 1841, pag. 118, e quì sopra a pag. 151 e seg.; senza pretendere di assegnare una ragione completa al descritto genere di effetti, nell'atto di concludere che non si spiegano nè con la teoría del calorico stagnante, nè con quella del calorico raggiante, e nè pure con la trasformazione di luce in calore; ho indicato che possono procedere da un'associazione dei raggi solari riflessi, assorbiti e poi emessi, co'l calorico nativo dei corpi.

7.° Il Bellani chiude il suo Articolo co'l rimandare il lettore a'suoi scritti contenuti negli *Annali di Agricultura*, nel *Poligrafo* di Verona, e nel *Giornale Arcadico* di Roma, che sono relativi alla rugiada; senza far punto menzione delle mie Memorie su quell'oggetto, nè delle due Appendici degli anni 1834 e 1835, con le quali l'ho debellato (§ I. num. 12. 13.), ed all'ultima delle quali egli non ha punto risposto.

È poi molto curioso ch'egli a proposito di que'suoi scritti abbia soggiunto: *oltre quanto ha in séguito il sig. Professore Melloni publicato;* mentre Melloni non parlò punto di rugiada; e nel resto, lungi dal secondare il Bellani su le cause della scomparsa della neve, ha convenuto anzi che le comuni teoríe ricevute non rendono ragione di quel fenomeno; ed egli ha cercato spiegarlo con la sua insussistente teoría del calore raggiante, applicandola senza frutto alla bianchezza della neve (n.° 5).

8.° Com'è poi che il Bellani ha composto un Articolo tanto insensato, dirigendolo contro la mia Memoria del 1841, e ritornando dopo sette anni anche su la rugiada, senza rispondere parola alla mia Appendice del 1835, come se non esistesse?

Ho già detto che in Meteorología egli pretende una preminenza (§ II.), ed a lui dispiace tutto quello che di nuovo ho fatto e fossi per fare in quella scienza.

Non potendo convincermi di errori, a lui basta farsi opponente, senza incontrare veramente le mie Memorie. A lui basta far sapere agl'ignoranti, ed a quelli che non si curano di esaminare adequatamente le cose meteorologiche (due classi che costituiscono un gran numero), ch'egli è opponente. Bellani si è opposto, e questo basta. Con la pretesa sua autorità in Meteorología egli crede di poter soperchiare le cose mie. Questo è tutto.

# Su la causa della rugiada; su la scomparsa sollecita della neve per azione della luce assorbita da piante, alberi e corpi in genere; e sopra analoghi effetti degli alberi su l'erba corta in caso di siccità. — Risposte del Dott. Ambrogio Fusinieri alla Memoria del sig. Macedonio Melloni, inserita nel *Museo di Scienze e Letteratura* di Napoli, Febrajo 1844; e ad Articoli del sig. Canonico Angelo Bellani, inseriti nei Giornali di Milano: *Annali di Fisica ec.*, Maggio 1843; e *Giornale Agrario*, Giugno 1844.

(Estratte dall'Appendice ai Bimestri V. e VI. 1844 degli *Annali delle Scienze ec.*)

---

## § I. Ipotesi del Melloni su'l calore raggiante.

Nel mio Giornale, *Annali delle Scienze del Regno Lombardo-Veneto*, ho reso conto delle cose del Melloni su'l calore raggiante, quali si raccoglievano dalla *Bibliothèque Universelle* e dagli *Annales de Chimie et de Physique*; e lo feci senz'adulazione, come importava l'interesse della scienza. Ho distinto quello ch'è di fatto interessante e pregevole dalle frettolose e precarie imaginazioni dell'autore per fabricare un sistema.

Io ho sempre ritenuto che nel trattare le scienze naturali si debba separare i fatti, e le loro legitime e necessarie conseguenze, dalle induzioni congetturali circa le cause che rimangono ancora ignote: congetture che, secondo l'usato costume, si risolvono per lo più in suoni di parole senza idée corrispondenti.

Il Melloni, con la consueta mescolanza di fatti con ipotesi, formava del calorico, in modo assai vago, un composto di molti calorici eterogenei, a guisa dei raggi di diversi colori della luce; e ciò mentre in fatto li qualificava soltanto diversamente assorbiti e trasmessi; o al variare delle sostanze trasmittenti, posta la stessa sorgente; o al variare delle sorgenti, posta la stessa sostanza trasmittente; o al variare anche di una seconda sostanza trasmittente fraposta fra la prima e la sorgente.

Io non vedeva in ciò la prova della supposta indeterminata eterogeneità intrinseca. Quando si dice *calore*, s'intende una cosa sola, cioè la forza che fa dilatare i corpi.

D'altronde l'autore deduceva diverse qualità ignote di calore dalle diverse intensità, e insieme ammetteva diverse qualità ignote ed intensità eguali.

Invece ho sempre creduto che i fenomeni osservati potessero dipendere dalle varie sostanze trasportate dai raggi di calore, sia dalle diverse sorgenti, sia dai diversi mezzi trapassati; come viene trasportata materia nelle correnti elettriche.

Le quantità poi di forza dilatatrice dei corpi, che servirono di base al sistema dei calori eterogenei, l'autore ha preteso misurarle non co'l termometro, ma con le diverse indicazioni della pila termo-elettrica, senza provare che gli effetti magnetici dello strumento siano proporzionali alle forze calorifiche dei raggi che giungono alla pila. Tutto questo ho rimarcato negli *Annali delle Scienze ec.* del 1834, pag. 49; e 1836, pag. 109.

Ho ben tosto veduto che anche i Commissarj destinati dall'Academia di Parigi ad esaminare le sperienze di Melloni avevano rimarcato lo stesso difetto nella base fondamentale di tutte le sue deduzioni; di supporre cioè, senza provarla, la proporzionalità tra gli effetti della pila e la intensità dei raggi calorifici.

Si sono essi pure affrettati di fabricare su i fatti del Melloni un sistema loro proprio, *definizione del flusso calorifico*, formandone anzi una teoria matematica co'l calcolo, che già si presta a qualunque astrazione: sistema che occupa la massima parte del loro Rapporto; e così hanno confinato il Melloni ai semplici sperimenti.

Il sistema dei Commissarj, alquanto diverso da quello del Melloni, ma non meno oscuro, consisteva nel supporre già sempre i raggi dotati d'ignote qualità, ma diminuite, qual più qual meno, d'intensità, in modo, che tutta la modificazione consista nell'uscire con qualità diverse in proporzioni differenti dalle originarie (*Annali ec.* del 1836, pag. 111): il che tutto differisce dal sistema di Melloni, che suppone dei flussi di colori di calore come nella luce.

I Commissarj e Melloni hanno pensato a provare il suddetto principio di proporzionalità dopo averlo presupposto. Quindi esperimenti fatti in comune, e riferiti nel Rapporto, che ho analizzati mostrandone la insufficienza, la inconcludenza, ed anche la contrarietà con quello ch'erano destinati a provare (*Annali ec.* del 1836, pag. 164. Tutte queste furono per me colpe gravissime nel cuore del sig. Melloni; e ancora peggio le cose seguenti.

Negli *Annali delle Scienze ec.* dello stesso anno 1836 (pag. 324) ho esaminata eziandío un'altra Memoria del Melloni, dove ha introdotti tanti nuovi amminicoli nell'uso del suo strumento, già per sè stesso complicatissimo, per prevenire le inesattezze dei risultamenti, che vennero a spargere delle grandi dubiezze su le sue Tavole precedenti. E gli stessi Commissarj dell'Academia nel loro Rapporto (pag. 418) hanno trovato necessario una massa assai grande di minutissime precauzioni per ottenere risultati numerici degni di confidenza. Chi mai dunque oserà riscontrare in fatto quei profondi arcani? Tutto è rimesso alla fede di Melloni, e dei Commissarj che dissero di avere ripetuti gli sperimenti di lui. Anche riguardo ai fatti diviene dunque una scienza esclusiva per pochissimi. Ma già la ragione si rifiuta sempre ad ammettere che, con una complicazione così enorme di cose per evitare gli errori, lo strumento del Melloni possa servire da termometro, anche ammessa la suddetta proporzionalità fra i segni dell'uno e i segni dell'altro.

In fine ho rimarcato negli *Annali delle Scienze ec.* dello stesso anno 1836, pag. 327, che il signor Melloni con una Nota assai tarda, dopo tante Memorie, ha cercato di persuadere i lettori su quel principio di proporzionalità con una parte di quelle sperienze, delle quali io aveva mostrata la inconcludenza, abbandonando le altre, alterando quello che i Commissarj ne avevano riferito, e inviando i lettori a vedere maggiori detagli delle stesse sperienze in quel Rapporto, dove invece vi è molto di meno. Confesso che quella Nota mi ha fatto una impressione sfavorevole circa la buona fede del Melloni.

Venne finalmente il Draper a rovesciare la base di tutta la fabrica teorica del Melloni, dimostrando sperimentalmente che le forze magnetiche deviatrici del galvanometro, prodotte da correnti elettriche, sono ben lontane dall'essere proporzionali alle intensità di calore da cui hanno origine (*Bibliothèque Universelle*, Août 1840, pag. 405). Ecco giustificato tutto quello che io avea rimarcato su'l fondamento precario del Melloni, su la inconcludenza delle sperienze riferite dai Commissarj, e su le millanterie della Nota suddetta. Quello che io avea combattuto come precario, e non provato, venne ad essere dimostrato falso da Draper (*Annali ec.*, Bim. III. 1841, pag. 123).

Ad onta di tale rovescio il Melloni ha persistito nel suo sistema: con che ha mostrato la sua risoluzione di volerlo sostenere a qualunque costo, per quanto erroneo possa venire dimostrato.

Ma con la sua insistenza è incorso in altro errore gravissimo, che ho dimostrato negli *Annali ec.*, Bimestre V. 1841, pag. 227; ed ecco in che consiste.

Fu già provato dai Fisici, che la trasmissione dei raggi di calore pe' i corpi cresce con la temperatura, e che insieme cresce la loro rifrangibilità. Melloni con la sua *colorazione calorifica* ha quindi imaginato che i calori di alte temperature corrispondono, come i più rifrangibili, ai raggi azurri e violetti della luce. Questa prima analogía lo ha portato alla seconda, che dovessero esservi raggi di calore di minori temperature, e quindi meno rifrangibili, che corrispondessero ai raggi rossi della luce. Quindi ancora, che come vi sono corpi più trasmittenti i raggi di alte temperature, cioè più rifrangibili (azurri di calore); così vi dovessero essere anche corpi più trasmittenti i raggi di calore di basse temperature, cioè meno rifrangibili (rossi di calore).

Ma vi erano in contrario le sperienze generali, provanti ch'è conseguente e inseparabile la maggiore trasmissione dalla maggiore rifrangibilità e dalla maggiore temperatura. Non importa. Il sistema prefisso voleva che vi fossero raggi più trasmessi meno caldi e meno rifrangibili. Ma bisognava trovare dei corpi che producessero tale meraviglia. Ricerche sopra ricerche del Melloni furono vane; finchè ha creduto di avere trovato finalmente un corpo che facesse quel prodigio. Ma uno solo: il sal-gemma coperto di nero-fumo.

Per provare che questo corpo trasmette maggiore quantità di calore d'una sorgente di più bassa temperatura, che d'altra sorgente di temperatura più elevata, fece il seguente sperimento.

Collocò, in presenza della sua pila termo-elettrica, prima la lampada Locatelli in distanza tale, che facesse deviar l'ago di 33°; poi altra sorgente di più debole calore, come aqua bollente, o un metallo riscaldato a 400°, o il plátino incandescente, in tale minore distanza da produrre la stessa deviazione di 33°; ed ha concluso che i raggi delle varie sorgenti, giunti alla pila, avessero la stessa intensità di calore: e ciò secondo il suo principio, che l'effetto magnetico sia proporzionale alla intensità calorifica che lo produce. Il principio è dimostrato falso da Draper; pure si supponga vero per un momento.

Stabilite le cose in quel modo, Melloni collocò di mezzo fra le due sorgenti e la pila una lamina di sal-gemma affumicata; ed ha veduto che il galvanometro deviava di più sotto i raggi trasmessi per quel corpo della sorgente più debole, che sotto quelli trasmessi della lampada Locatelli. Quindi ha concluso, *che il nero-fumo combinato al sal-gemma forma realmente un sistema tanto più permeabile al calore, secondochè l'irraggiamento proviene da una sorgente di più bassa temperatura* (*Bibliothèque Universelle,* Septembre 1839, pag. 167. 171).

L'errore di quella sua deduzione è dimostrato da un semplice calcolo, come io feci negli *Annali ec.* dell'anno 1841, pag. 227 e seg. (e quì in séguito): *Insussistenza del sistema del Melloni, ec.* Per avere la stessa deviazione del galvanometro con due sorgenti di calore, bisogna che la più debole sia più vicina. Collocato poi di mezzo il sal-gemma fra la pila e ciascuna delle due sorgenti, ecco allora il mio teorema, che si dimostra facilmente: *Se i raggi di due sorgenti di calore* F, M, *giunti ad un luogo* P, *hanno la stessa intensità; in altro luogo* L, *intermedio fra quello e le due sorgenti, saranno più intensi i raggi della sorgente più vicina* M, *che quelli della sorgente più lontana* F.

Dunque il maggiore passaggio per la lamina di sal-gemma dei raggi della sorgente più debole dipende dalla intensità che in quel luogo hanno maggiore di quella dei raggi della sorgente più forte. Così che l'esperimento del Melloni, in luogo di provare quello ch'egli divisava, una maggiore trasmissione con minore intensità, conferma anzi il principio da lui minacciato e generalmente conosciuto, che la maggiore trasmissione va di pari passo con la maggiore intensità e con la maggiore rifrangibilità dei raggi incidenti.

Dunque non sussiste la sognatà analogía fra raggi di luce e raggi di calore in modo che vi siano colori di calore. Vi è questa grande differenza, che vi sono corpi rossi che trasmettono di più, anzi esclusivamente, i raggi meno rifrangibili della luce; ed al contrario nei raggi di calore la maggiore rifrangibilità va sempre unita alla maggiore trasmissione; ed entrambe dipendono dalla maggiore intensità.

D'altra parte la supposizione di eterogeneità di raggi di calore non può essere più assurda per sè stessa. Supponendo il calore composto di parti eterogenee, e in diverse proporzioni secondo i diversi corpi nei quali esiste, dai quali emana, e pe' i quali passa, dovrebbe essere tale anche allo stato di calorico latente; dovrebbe essere tale anche il calorico specifico, anche il calorico delle temperature. Cosicchè non si saprebbe più in che consista l'equilibrio delle temperature, nè vi sarebbero più termometri fra loro comparabili; perchè, secondo le diverse sostanze di cui sono formati, sarebbero sensibili non solo alle diverse quantità, ma anche alle diverse qualità di calori. Così, per esempio, un termometro ad alcool sarebbe più sensibile ad una certa qualità di calori; un termometro a mercurio sarebbe più sensibile ad un'altra qualità di calori; e così via discorrendo. Il Melloni, che si vide caduto in tanto assurdo, fu costretto ad accordare che il calore manifesto delle temperature, che si propaga per conducibilità, *possede una costituzione omogenea, e che due flussi calorifici di questo genere, dotati della stessa intensità, sono necessariamente identici* (*Annali ec.* del 1841, pag. 233; e *Bibliothèque Universelle,* Octobre 1841, pag. 363). E niente parla del calorico latente, come se non esistesse. Ma con questa sorta di futili ripieghi egli suppone l'impossibile: cioè che lo stesso calorico, quando è stagnante o comunicabile per contatto, sia omogeneo; e che quando si pone ad irraggiare divenga ad un tratto eterogeneo. Così le diverse qualità intrinseche nascerebbero dal nulla, a piacere del sig. Melloni.

Ripeto che tutto si potrà forse spiegare con le diverse sostanze trasportate co' i raggi di calore, come si trovano nelle correnti elettriche. La stessa elettricità in uno spazio vuoto si difonde giù dai corpi in una specie di forma raggiante.

Conveniva ch'io presentassi le ipotesi del Melloni su'l calore raggiante per doppia ragione: 1.° perchè egli ha preteso applicarle alla spiegazione dei fenomeni da me osservati, e publicati negli *Annali* del 1838, pag. 38, e quì sopra a pag. 112, su la scomparsa sollecita della neve attorno i corpi in genere e sotto gli alberi: spiegazioni da me opposte (id. pag. 134, e quì sopra a pag. 137); 2.° perchè il Melloni medesimo nulla trovò da opporre ai miei argomenti contro le sue ipotesi.

Invece di rispondermi si è irritato contro di me, ed ha cercato una vendetta, scegliendo per pretesto i miei lavori su la causa della rugiada, e su la sollecita scomparsa della neve attorno i corpi e sotto gli alberi,

ed altro simile fenomeno su l'erba; non per rispondere alle mie Memorie sopra quegli argomenti, ma per imporre con la sua autorità contro le mie proposizioni, per soperchiarmi con la prepotenza, confrontando la fama sua con la mia; e in fine per caricarmi di oltraggi.

Con questo sfogo d'iracondia egli ha dato saggio luminoso di sua impotenza a difendere le sue assurde ipotesi contro i miei argomenti, e del convincimento del proprio torto.

Prima di entrare in esame di quanto egli dice su la rugiada e su gli altri oggetti, premetto alcune circostanze relative a que' suoi mezzi prescelti di vendetta.

## § II. Articolo di Bellani in soccorso di Melloni.

Per pretesto di attaccarmi su la rugiada, Melloni ha còlto un Articolo che su quell'oggetto si trova in un Trattato di Meteorologia. Ma fece una cattiva scelta, perchè in tutte le parti delle sue *Considerazioni* a ciò relative si mostra malissimo istrutto dei fatti di quel fenomeno, e di quanto ne fu scritto. Assorto nelle sue speculazioni teoriche su'l calore raggiante, alle quali dedicò quasi esclusivamente tutto sè stesso, non ebbe tempo di profondarsi in altri studj, e meno in quello della rugiada.

Nulla dirò della perfetta ignoranza che mostra delle mie Memorie, perchè quello può essere invece una disimulazione per non rispondervi. Ma mostra d'ignorare persino tutto quello che ha scritto il sig. Bellani contro quelle Memorie, e che pure dovea studiare, prima di cimentarsi nell'argomento, per non cadere in contradizione, com'è caduto, co'l suo compagno. Avrebbe trovato che il Bellani, stretto da ogni parte, ha dovuto finalmente accordare che vi è una rugiada prodotta dalla causa da me determinata; fuorchè ha ritenuto, per suo conforto, che sopra quella vi sia una seconda rugiada prodotta al modo preteso dal Fisico Inglese signor Wells.

Il Melloni non nomina nè pure il Bellani; il che sorprende: se non è forse perchè nè pure il Bellani sia persuaso delle sue ipotesi su'l calore raggiante.

Al contrario il Bellani, al primo tocco dell'Articolo del Melloni su la rugiada e su le altre cose, si è affrettato di farsi sentire co'l citato Articolo nel *Giornale Agrario*, e di congratularsi con lui, porgendogli la mano qual divenuto suo commilitone; profumandolo anche d'incenso, non ostante il sofferto disprezzo; senza però omettere, per condizione dell'alleanza, di non associarsi ad un errore capitale del Melloni su'l fenomeno della rugiada, come si vedrà.

## § III. Su la causa della rugiada. — Risultati di mie osservazioni. — Discordia fra Bellani e Melloni.

Prima d'incontrare le sciocchezze scritte dal Melloni su l'argomento, riassumo i risultati delle mie numerosissime osservazioni su la produzione di quel fenomeno, con le relative riflessioni: il tutto raccolto in una Memoria con sette Tavole, cominciata negli *Annali delle Scienze* del 1831, pag. 449-482 (vedi quì sopra a pagine 18-38), e terminata negli stessi *Annali* del 1832, pag. 23-46, 59-74 (vedi quì sopra a pag. 39-64); con un'*Appendice* nello stesso anno, pag. 305-311 (vedi quì sopra a pag. 65), accompagnata dalla Tav. VIII., e quì sopra a pag. 66.

Dalle osservazioni risultarono le seguenti mie proposizioni.

I. *La evaporazione notturna del terreno è causa certa di formazione di rugiada a cielo sereno nello strato inferiore d'aria* (*Annali* del 1831, pag. 450, e quì sopra a pag. 19).

II. *I fatti che vengono addotti per fondamento della ipotesi di Wells non sussistono, e sono anzi riconvinti* (id., pag. 460. 474, e quì sopra a pag. 25).

III. *Le circostanze principali della formazione della rugiada sono tutte contrarie alla ipotesi, che l'irraggiamento notturno di calore ne sia la causa* (id., pag. 449, e quì sopra a pag. 35; e 1832, pag. 23, e quì sopra a pag. 39).

IV. Ho dimostrato inoltre essere indipendente dall'irraggiamento notturno il ghiaccio artificiale che si forma alle Indie (*Annali* del 1832, pag. 59, e quì sopra a pag. 54).

V. Ho dimostrato indipendente, sia da impedito irraggiamento notturno di calore dei corpi terrestri, sia da irraggiamento di calore delle nubi dall'alto al basso, tanto la sospensione della rugiada, quanto il riscaldamento improviso che avvengono alla comparsa delle nubi (id., pag. 41. 63, e quì sopra a pag. 57 e seg.).

Questo argomento fu vie più dilucidato con la suddetta *Appendice* (id., pag. 305, e qui sopra a pag. 65).

La prima proposizione riuscì evidentissima dalle sole tre prime osservazioni e dalle tre Tavole relative (*Annali* del 1831, pag. 450-460, e qui sopra a pag. 18-25). Ecco i due fatti incontrastabili che la dimostrano.

1.° In notte calma e serena il primo strato d'aria è più freddo di alcuni gradi tanto della neve d'inverno, quanto del terreno in qualunque stagione. Il primo strato d'aria è più freddo anche del primo straticello, comunque sottile, del terreno, anche della stessa sua superficie, sia nuda, sia coperta d'erba.

2.° La neve ed il terreno, sia nudo, sia coperto d'erba, evaporano continuamente di notte.

Il vapore si può raccogliere anche con campane di vetro, ed è visibilissimo.

In conferma di ciò il Prof. Zantedeschi ha sperimentato che un sacco di tela incerata, con entro una tavola di noce, posato su l'erba, a certa ora dopo l'occaso, era bagnato di sotto, e non di sopra; e con due termometri ha trovato che sotto il sacco era più caldo di alcuni gradi, che di sopra (*Annali ec.* del 1833, pag. 101, e qui sopra a pag. 74-75).

Ascende dunque continuamente dal terreno anche di notte un vapor d'aqua, caldo come lo stesso terreno, il quale trova l'aria più fredda di alcuni gradi, e necessariamente si condensa, attaccandosi ai corpi freddi come l'aria.

Così è anche del vapore della neve d'inverno, che s'inalza gelato; e così è della brina anche senza neve, la quale non è altro che rugiada gelata. Il Melloni non parla punto di brina, come se non esistesse: il che è una omissione imperdonabile ad uno scrittore che si accinge a parlare di rugiada.

Per negare la conseguenza bisogna negare l'uno o l'altro dei due fatti suddetti, o entrambi; cioè bisogna negare o la evaporazione notturna del terreno, o il freddo di confronto dell'aria soprastante.

Chi nega l'uno o l'altro dei due fatti, va direttamente contro gli sperimenti, e si rende cieco volontario.

3.° Il Bellani si era lungamente dibattuto con diversioni ed inconcludenze per non dichiararsi bene sopra quei due fatti decisivi: anzi era incorso in una falsa predizione, pienamente smentita dallo sperimento del Zantedeschi: egli voleva cioè che la tela incerata di quel sacco dovesse bagnarsi di sopra, e non di sotto, in virtù del supposto irraggiamento notturno, e come avrebbe importato la ipotesi di Wells su la rugiada. Trovandosi confuso di aver fatto una falsa predizione, allora finalmente accordò i due fatti suddetti; cioè il vapor caldo del terreno, e l'aria fredda di sopra che lo condensa. Fuorchè l'ha chiamato *distillazione*, per non chiamarlo *rugiada*: distinzione vanissima di parole, diretta a sostenere ancora che di sopra vi sia una seconda rugiada, al modo di Wells. A tale disperazione fu egli ridotto.

Per conoscere i suoi imbrogli infiniti nel proposito, anteriori e contemporanei a quella sua forzata confessione, si vegga il *Poligrafo* dell'anno 1832, pag. 101-102; il *Poligrafo* stesso, Febrajo 1834; l'*Appendice* negli *Annali* al Bim. III. 1834, e qui sopra a pag. 74; gli *Annali di Agricultura*, Genajo, Febrajo e Marzo del 1835; l'*Appendice II.* negli *Annali* del 1835, Bim. V. e VI., e qui sopra a pag. 83.

4.° Melloni nel suo Articolo accorda il primo fatto, cioè che il primo strato d'aria è più freddo del terreno a cui sovrasta; ma in quanto al secondo fatto del vapore che ascende dal terreno, è vago, indeterminato, come se fosse cosa assai difficile da comprendere, mentre vi sono fatti evidentissimi che lo dimostrano, come sopra (n.° 2). Anzi li chiama *pretesi vapori;* cosicchè si può dire ch'egli non li accorda.

Di fatti, accordandoli, è inevitabile accordare anco che l'aria fredda li condensa; ed ecco allora decapitata la sua rugiada *mercè la radiazione verso il cielo sereno.* Egli dunque non conviene con le due rugiade di Bellani, il quale nè pur nomina.

In quanto al freddo del primo strato d'aria in confronto del terreno, lo che il Melloni accorda, basterà citare le seguenti sue espressioni. *Il suolo, lungi dall'acquistare, dopo il tramonto del Sole, una temperatura di parecchi gradi inferiore a quella dell'aria contigua, si trova anzi, generalmente parlando, un poco più caldo, persino negli ultimi strati superficiali.*

Da parte in primo luogo quel *generalmente parlando,* e quella indeterminazione *un po' più caldo.* Nelle notti calme e serene non *generalmente,* ma *sempre,* il terreno è più caldo del primo strato d'aria; e non *un poco,* ma di *più gradi.* Si veda, per esempio, la Tav. I. della mia Memoria del 1831, posta in fine di questo Volume. D'inverno la neve, ad uno o due pollici di profondità, era di notte più calda da 3° a 5° R. dell'aria all'altezza di 2. 1/2 e 9 1/2 pollici; e secondo la Tavola II. della stessa Memoria, posta in fine di questo Volume, in una notte di Luglio il terreno a due pollici di profondità era più caldo di 4° e 6° R. dell'aria a due pollici di altezza.

Accordato il terreno anche nel primo suo strato più caldo del primo strato d'aria, il Melloni, contro il fatto generale, ha preteso isolare la rugiada del terreno; perchè, secondo la ipotesi di Wells, ch'egli difende, la rugiada dev'essere una precipitazione su i corpi, supposti più freddi dell'aria, del vapore contenuto nell'aria anche di giorno. Ecco quindi dov'egli confina la rugiada: *alle foglie dei vegetabili ed altri corpi di poca massa..., alle erbe, agli steli e ramoscelli dei vegetabili comunicanti con la terra mediante cattivi conduttori; ed allora dovranno togliere all'aria per contatto una porzione del proprio calore, la quale sottrazione di calore verrà presto o tardi seguita dalla precipitazione di una parte del vapore elastico ed invisibile contenuto nello strato inferiore dell'atmosfera.*

5.° Il Bellani non accorda nè quella sola rugiada, nè quell'isolamento. Co'l suo Articolo, inserito nel *Giornale Agrario,* corregge il Melloni, dichiarando che *l'erba in contatto del suolo umido deve bagnarsi non solo pe'l proprio raggiamento, ma ben anche per una specie di distillazione che succede del vapore terrestre che s'inalza per temperatura, e che viene immediatamente condensato dal freddo acquistato dall'erba.*

Ecco dunque ancora, come nel 1834, accordata da Bellani una rugiada dipendente dal vapor caldo del terreno che ascende. Per quanto voglia chiamarla *distillazione*, è aqua che bagna i corpi di notte, e che fu sempre distinta co'l termine di *rugiada,* qualunque ne sia la causa.

Però nel 1834 Bellani collocava la seconda rugiada imaginaria, a modo di Wells, al di sopra della prima, come nei luoghi citati (n.° 2.); ed ora, per non essere troppo discorde dal Melloni, fa una ben ridicola mescolanza delle due rugiade su l'erba. Ma per fare al suo compagno questo favore, cade dal suo canto in questa manifestissima contradizione: che l'erba riscaldata e bagnata dalla condensazione del vapore che ascende, sia ad un tempo tanto fredda da precipitare dall'aria il suo vapore di saturazione, come se quel vapore ascendente non esistesse, e come se quel primo effetto non avvenisse.

Dal suo canto Melloni, che accorda l'aria più fredda del terreno, egli pure cade in un'altra contradizione. La fa ad un tempo più calda dell'erba o piota che tocca il terreno, e tanto più calda da precipitare su quell'erba il suo vapore di saturazione.

Ecco la bella Fisica o le belle due Fisiche di quei signori che presumono di pessundarmi!

Ma passiamo a vedere la condizione a cui è ridotto il Melloni co'l suo isolamento della rugiada da ogni corpo che abbia comunicazione co'l terreno, accordando questo più caldo dell'aria soprastante, e quindi non suscettibile della rugiada di Wells.

## § IV. Il nudo terreno si bagna di rugiada: il che basta contro Melloni.

Che si bagnino di rugiada soltanto i corpi sopra descritti (§ II. n.° 3.), o sia *i corpi di poca massa, le parti sottili delle piante,* come in altro luogo dice il Melloni, è una sua invenzione da gabinetto, figlia di un sistema, e di una perfetta ignoranza di quanto avviene e si osserva in campagna. È anche una idéa che nessuno prima di lui ha osato avanzare. Per la produzione della rugiada egli fa a suo arbitrio che quei piccoli corpi siano più freddi dell'aria che li circonda di 8, 10, *e perfino* 12 *gradi centigradi.* Queste pretese differenze egli le ha copiate da altri (per esempio da Pouillet) che hanno scritto senza osservazioni proprie, esaggerando quello ch'era stato detto da Wells. Ma gli autori, dai quali ha copiato, non hanno applicate quelle differenze ai piccoli corpi, cui le applica il Melloni, perchè sapevano bene non essere possibile che un esiguo corpo, circondato dall'aria, si riduca e si mantenga di quel tanto più freddo di essa.

Invece di addurre sperienze fatte in prova di quel suo assurdo, il Melloni adduce sperienze da farsi, delle quali con ispirito profetico predice i risultati. Suggerisce termometri con bulbi piani o concavi, da adattarsi in contatto delle foglie, degli steli, dei ramoscelli, delle erbe, ec. Suggerisce delle pile termo-elettriche, *le cui superficie abbiano le medesime forme, e fornite d'involucri metallici*; suggerisce dei termometri a bulbi indorati, per misurare di confronto le temperature dell'aria.

Chi si mettesse alla impresa vedrebbe tosto la impossibilità di ottenere i divisati contatti senza il tocco di altri corpi, e fra questi degl'involucri metallici.

La vanità poi di tali esperimenti, per trovare tanto più freddi dell'aria quei corpi che si coprono di rugiada, risulta da ciò, che si copre di rugiada anche il nudo terreno ch'è più caldo dell'aria, come il Melloni accorda. Questo è un fatto capitale, che rovescia da capo a fondo la ipotesi di Wells, tutte le ripetizioni in proposito del Melloni, e tutta la sua riforma del sistema, riducendo la rugiada ai corpi piccoli ed isolati

dal terreno. Quello è un fatto capitale conosciuto; e principalmente d'inverno è visibilissima su 'l nudo terreno, e su i corpi che vi giaciono sopra, la brina, ch'è rugiada gelata, e della quale il Melloni non parla. Massimamente alle estremità dei corpi o acuminate, o fatte a spigoli, è più abondante, che alle parti piane.

Io feci il seguente decisivo sperimento, riferito negli *Annali ec.* del 1832, pag. 310, e qui sopra a pagina 65-70, il quale toglie ogni ombra di dubitazione in proposito. Ed il Melloni prima di scrivere dovea studiare quello che fu scritto. E se lo ha studiato dovea rispondere, in luogo di nascondere.

*In un giorno di Maggio 1832 ho fatto battere e ridurre a piano orizzontale una certa parte di terreno in un campo esteso di recente lavorato, ed affatto spoglio d'erbe. Il giorno era sereno, ed il Sole seccò la superficie.*

« Alle ore 2. 1/2 pomeridiane ho raccolto da quel piano, in un primo strato grosso una o due linee, della » terra ch'era secca, e l'ho rinchiusa in un vasetto a turacciolo smerigliato. »

« Nella notte seguente, venendo il 20 Maggio, a un'ora dopo mezzanotte mi sono recato su 'l luogo. I viali » erano tutti inumiditi, e il terreno lavorato era ancor più bagnato. »

« Le zolle prominenti in quel campo, che di giorno furono dure e secche, erano divenute molli per umi- » dità concepita; ma erano meno bagnate del rimanente terreno più basso. »

« Finalmente il suddetto piano battuto era tanto bagnato e molle, da secco ch'era stato in giornata, come » se vi fosse stata versata sopra dell'aqua. E non era bagnato il solo strato superficiale; di sotto, fino a certa » profondità, era bagnato ancor più. »

« In un vasetto simile al primo ho raccolto dal primo strato superficiale, come di giorno, un poco di » quella terra bagnata; e confrontandola con l'altra raccolta di giorno, era manifestissima la differenza. »

*Il solo fatto, che il terreno si bagna di rugiada, basta, anche senza tanti altri, a distruggere la ipotesi di Wells.*

Così allora ho concluso; ed ora concludo, che il fatto di bagnarsi il terreno nudo di rugiada basta a distruggere tutte le ciarle e tutti gli sforzi dell'Articolo del Melloni; giacchè il terreno è più caldo dell'aria soprastante, com'egli accorda; ed è quindi falso che la rugiada precipiti per essere i corpi più freddi dell'aria stessa.

## § V. Non sussistono e sono anzi riconvinti i fatti che vengono addotti per fondamento della ipotesi di Wells.

1.° Dimostrano questa seconda proposizione (§ III.) le mie Osservazioni esposte nella detta Memoria del 1831 (pag. 460-482, e qui sopra a pag. 25-35), accompagnate da sette Tavole (vedile in fine di questo Volume). Ho già riportato di sopra (§ III.) la dimostrazione della falsità del principio, che sia più freddo dell'aria tutto ciò che si copre di rugiada; e questo basterebbe per tutto.

Nullameno in séguito porrò al confronto delle mie Osservazioni qualche altro fatto che viene supposto, e dal Melloni ripetuto.

Ora premetto il punto essenziale, che fu sorpassato da tutti coloro che hanno abbracciato quella ipotesi; cioè quello che avrebbe dovuto farsi, e non fu fatto, per darle un fondamento tale da poter essere ammessa nella scienza. Già i Fisici non sarebbero in ciò riusciti per la sola e semplicissima ragione, che si bagna di rugiada il terreno nudo più caldo dell'aria. Tutti quelli che l'hanno ammessa si sono contentati della sua illusoria apparenza; furono trasportati da quello slancio d'imaginazione: *calore raggiante negli spazj celesti.* Oh che bella cosa! Furono infine sedotti anche dall'autorità della Società di Londra, che ha coronata quella illusione. Sono quindi andati uno dietro l'altro come le pecore; ed il Melloni, tanto amico del calore raggiante, dovea naturalmente seguire quella corrente.

Vi fu poi anche la mala fede, nascente da invidia, che ha contrastato lungamente le mie dimostrazioni in contrario; finchè, *torto collo,* si è dovuto accordare una rugiada diversa da quella dataci dal sig. Wells.

2.° Ecco quello che ho detto nella mia Conclusione del 1831, pag. 474, e qui sopra a pag. 34, sopra la seconda mia proposizione.

« Per fondare tale teoría con le sperienze, invece che con la imaginazione, bisognava: »

« 1. Con l'igrometro di condensazione alla mano, per esempio quello di Daniell, trovare di notte la » densità del vapore alla temperatura dell'aria in un luogo dove l'aria fosse riparata dal vapore straniero » che ascende dal terreno e dai vegetabili. »

« 2. Determinare quindi la temperatura inferiore a quella dell'aria, in cui quella densità sarebbe la » massima; o sia quella nella quale l'aria con quel vapore sarebbe giunta al suo termine di saturazione. »

« 3. Provare co 'l termometro, che i corpi su i quali si depone la rugiada giungono a quella tempera-
» tura più bassa di quella dell' aria. »

« Per esempio, se un' aria di primavera a 10 gradi di temperatura è molto secca co 'l vapore che con-
» tiene, non si ridurrebbe satura senonchè abbassandosi fino a 0°. Laonde per far precipitare il suo vapore
» in rugiada su i corpi converrebbe che questi si raffreddassero per irraggiamento almeno fino a 0°. »

« Se d' estate l' aria a + 30° è secca, perchè si precipitasse il suo vapore su i corpi sarebbe necessario
» che si raffreddassero fino a + 15°, e così di séguito. »

« In somma, bisognava provare che i corpi, su i quali si depone la rugiada, si raffreddassero per irrag-
» giamento almeno tanto quanto il termometro dell' igrometro a condensazione posto in esperienza. »

« E siccome in generale l' aria è sempre lontana di molti gradi dalla estrema sua umidità co 'l vapore
» che contiene, sarebbe necessario un raffreddamento notturno dei corpi, anche i più esili, di molti gradi al
» di sotto dell' aria, secondo quella ipotesi; e tanto più, quanto più l' aria è secca. »

« E siccome la rugiada non manca mai di formarsi quando è sereno e l' aria è calma, per quanto sia
» secca, ed anzi comincia a formarsi presso l'occaso, si vede qual rapido raffreddamento, secondo la ipotesi,
» i corpi dovrebbero subire. E se tanto ne subissero nelle prime ore presso all'occaso, cosa sarebbe per tutta
» la notte? Il raffreddamento diventerebbe enorme. »

« Le sperienze di Wells e di altri sono ben lontane dal presentare quelle differenze che sarebbero ne-
» cessarie perchè su i corpi si precipitasse il vapore di saturazione dell' aria; e le mie osservazioni di ri-
» scontro, che ho esposte, mostrano quelle differenze ancora minori, affatto insufficienti a produrre quella
» precipitazione, indipendenti anche dall' irraggiamento; e nello stesso tempo riferiscono fatti i più certi
» e costanti, ch' erano obliati, su 'l calore del terreno e su 'l vapore notturno che ascende, i quali mostrano
» le vere cause del fenomeno. »

« Invece di fare le accennate sperienze con l' igrometro di condensazione, fu supposto a dirittura il
» raffreddamento necessario, secondo la ipotesi; e per sostenerla furono anche esaggerati gli stessi risulta-
» menti delle sperienze di Wells. »

3.° La omissione di quelle sperienze è veramente una colpa grave, perchè si tratta d' un principio di scienza su la forza d' irraggiamento dei corpi alle temperature che hanno di notte.

E se fossero state fatte, si avrebbe trovato l' errore della supposizione, e se ne avrebbe liberata la scienza. Dico che si avrebbe trovato l' errore; perchè non è possibile che i corpi che si coprono di rugiada si raffreddino di quel tanto, mentre invece si bagna il terreno ch' è più caldo dell' aria; ed i corpi si bagnano co 'l medesimo vapor caldo che ascende, senza essere più freddi dell' aria, anzi alla temperatura di questa. Le sperienze con l' igrometro di condensazione avrebbero vie più confermata questa verità, in luogo di dare fondamento alla ipotesi.

4.° In quanto alle mie sperienze, accennate nella sopra riferita Conclusione, e che sono detagliate nella Memoria del 1831 ( e quì sopra a pag. 18 e seg.), basteranno i seguenti cenni.

Confrontando fra loro le Tavole II. V. VI. VII., poste in fine di questo Volume, si vede chiaramente che i termometri da me adoperati con bulbi piccoli, e che sono paragonabili ai piccoli corpi, ai quali Melloni confina la rugiada, massimamente per essere i bulbi di vetro molto emittenti, erano crescenti di temperatura dal più sottile strato d' aria presso al terreno fino a quattro o cinque pollici di altezza, e nell' ultima altezza giungevano presso a poco alla temperatura del primo strato di terreno. È dunque falso il supposto raffreddamento notturno di tanti gradi per irraggiamento.

Di più, tutti quei termometri si coprivano di rugiada; gl' inferiori più freddi, più presto dei superiori più caldi. Essi indicavano certamente le temperature dei rispettivi strati d' aria, dove si trovavano; e se avessero indicata invece una temperatura propria diversa da quella dell' aria, non vi sarebbe stata quella gradazione d' aumento di calore dal basso in alto. Dunque falso che la rugiada dipenda dall' aria calda in confronto dei corpi, perchè quei termometri si bagnavano prima nell' aria fredda inferiore, che nella calda superiore.

Io non ho mai trovato le differenze che furono decantate fra i termometri nudi ed altri vestiti di lana, o in senso contrario fra termometri nudi ed altri vestiti di fogliette metalliche (vedi la Memoria del 1831, Tav. V. VI., e le relative Osservazioni, e sopra a pag. 27 - 30). Ho bensì trovato che i termometri vestiti di lana o cotone erano meno sensibili a quei riscaldamenti improvisi che spesso avvengono di notte anche per piccole agitazioni d' aria, che mescolano gli strati superiori più caldi con gl' inferiori più freddi. E da

questa minore sensibilità dei termometri vestiti, perchè più difficilmente attorno d'essi si rinova l'aria, può essere nata in Wells la illusione, che quelle differenze passeggere, dipendenti da maggiore ritardo di rinovazione d'aria attorno i bulbi vestiti, dipendessero invece da maggiore irraggiamento dei vestimenti; come ho notato nelle suddette Osservazioni del 1831, relative a quelle Tavole. Furono poi esaggerate anche le quantità di differenze, come dalle stesse mie Osservazioni.

Sembra poi da quanto riferì il sig. Marcet, benchè preoccupato dalla teoría di Wells, nella *Bibliothèque Universelle* 1838, pag. 294, circa una Memoria del sig. Rosbroek, contro la teoría di Wells, su la formazione della rugiada (Memoria coronata dalla Società di Batavia, come fu coronata quella di Wells dalla Società di Londra); sembra, dico, che le osservazioni del Fisico Olandese siano andate d'accordo con le mie a non trovare quello che Wells e i suoi seguaci hanno decantato.

Di più, il Congresso Scientifico di Francia, che in quest'anno si raccoglie a Nimes, ha proposto fra i suoi quesiti un nuovo esame della teoría di Wells, al bisogno anche con nuove sperienze.

5.° Tutto questo rispondo alle spampanate del Melloni nel suo Articolo, che *le leggi stabilite da Wells intorno alla formazione della rugiada sono saldissime, e fuori d'ogni contestazione*; che *sono insegnate in tutte le Università, e nella massima parte de' Licéi ed altri Stabilimenti d'istruzione publica e privata*; che *valentissimi Fisici l'hanno trovata vera con gli sperimenti*, senza saper citare nessuno de' suoi *valentissimi*.

A tutto ciò si deve anche opporre, che nessuno ha mai fatto quello che si dovea fare per procurarle un solido fondamento (n.° 2.); e che, se si facessero le sperienze relative, si troverebbe anzi il contrario, e la falsità della ipotesi (n.° 3).

E se voglionsi altre autorità, oltre le accennate, contrarie alle jattanze del Melloni, si veda quanto fu detto di quella teoría nel Giornale di Pavía del 1816, pag. 114; nella *Bibliothèque Universelle*, Avril 1824, pag. 260; e nel *Bulletin de Ferussac*, Sect. I., Juillet 1825, pag. 25; e Octobre 1826, pag. 291.

E si deve aggiungere, che le sue millanteríe, non vere nè pure per la ipotesi genuina di Wells, sono poi vie più false riguardo alla diformazione da lui operata della ipotesi stessa, co'l ridurre la rugiada alle sole *parti sottili dei vegetabili* e a corpi di *poca massa*, accordando il terreno e i corpi comunicanti più caldi dell'aria soprastante.

Almeno gli altri avranno errato in punto di fatto, supponendo la superficie del suolo più fredda dell'aria; ma non hanno mancato d'intelletto. Almeno Bellani ha accordata una prima rugiada, prodotta dal vapore che ascende dal terreno più caldo dell'aria.

Ma riconoscere il caldo del terreno, il freddo dell'aria soprastante, non negare assolutamente il vapore che ascende, e confinare la rugiada di Wells su i corpi piccoli ed isolati, come la sola prodotta, senza riflettere che la evaporazione del terreno è un effetto necessario, e che, posta la evaporazione, è pur necessaria la sua condensazione nell'aria fredda; questo è veramente mancare d'intelletto, e in un modo così grossolano, che reca quello *stupore* di cui parla il Melloni nel suo Articolo.

## § VI. Il freddo notturno nel primo strato d'aria non può essere prodotto da irraggiamento del calore dei corpi.

D'onde poi viene quel freddo del primo strato d'aria sopra il terreno, che Bellani e Melloni riconoscono?

Melloni, senza esitare un momento, lo attribuisce súbito all'irraggiamento di calore dei *corpi solidi, che si mostrano tutti sì apertamente dotati del potere emissivo*.

Adduce in prova la solita esperienza di un termometro (egli dice) collocato al foco di uno specchio parabolico rivolto verso il cielo; ed io dico che si adopera un termoscopio ad aria, o un termometro differenziale. Adduce anche l'altra di un termo-moltiplicatore, munito del suo riflettore conico. Ma non dice, come al solito, di quanto si abbassino quegli strumenti sensibilissimi; ed io rifletto che non vengono date Tavole di tali esperienze, e che si tratta sempre di minime quantità.

Io non entro qui a contradire che di giorno e di notte non vi sia un irraggiamento di tutti i corpi; anzi lo ammetto necessario, e conseguente a' miei principj di mecanica molecolare. Ma questo è fuori dell'attuale questione, se da quell'irraggiamento dei corpi dipenda il freddo che si osserva di notte nel primo strato di aria. Io dico che questo è impossibile, per quanto passo a mostrare.

Quali sono i corpi che, secondo Melloni, si raffreddano per irraggiamento? *Le foglie, gli steli, i ramoscelli*; in somma, *le parti sottili dei vegetabili e le erbe*. Con la imaginazione poi, e copiando le altrui asserzioni, suppone che quei corpi si raffreddino tanto, che l'aria attorno di essi mantengasi più calda di 8°, 12°, perchè al contatto reciproco possa sopra essi precipitare dall'aria il vapore di saturazione (§ IV. n.° 1).

Si è veduto di sopra quello che dovea farsi, e non fu fatto (§ V. n.° 2.); ma seguiamo pure le imaginazioni. L'aria dunque in origine più calda si raffredderebbe per quel contatto, e dopo raffreddata, come più grave della superiore, resterebbe stagnante; nè potrebbe rinovarsi. Sicchè dopo una prima precipitazione di rugiada, dopo essersi raffreddata l'aria come i corpi, od essersi riscaldati i corpi come l'aria, il che avverrebbe ben presto, non potrebbe più precipitare rugiada ulteriore. Ma così è, che continua a precipitare. Dunque non è vero il principio, che il freddo dell'aria dipenda dall'irraggiamento dei corpi, il quale condurrebbe a quella conseguenza contraria al fatto. La continuazione è invece un effetto evidente del vapore che di notte non cessa di sollevarsi dal terreno (§ III. n.° 1).

Quello poi che distrugge affatto ogni idéa, che il freddo dell'aria soprastante dipenda dal suo contatto con corpi raffreddati per irraggiamento, si è: che la stessa aria fredda esista anche sopra il nudo terreno, più caldo di essa; lo che fu da me dimostrato, e viene dal Melloni confessato. Non si dirà certamente che il caldo del terreno raffreddi l'aria soprastante.

Le mie osservazioni dimostrano che di notte calma e serena il primo strato d'aria è sempre più freddo di tutto quello che vi sta sotto, compreso il terreno coperto d'erba.

Le Tavole I. e II. della mia Memoria del 1831, poste in fine di questo Volume, mostrano che un termometro in contatto della superficie della neve o del nudo terreno era più caldo di un altro ad un pollice o due di altezza; e che un termometro profondato uno o due pollici nella neve o nel terreno era più caldo di quello in contatto con la superficie.

La Tavola IV. mostra che un termometro in contatto co'l nudo terreno era più caldo di un altro ad un pollice di altezza; e che un termometro a'piè dell'erba di recente tagliata avea presso a poco la stessa temperatura di uno alto un pollice dal nudo terreno.

La Tavola VII. mostra che un termometro alto un pollice dal fondo dell'erba corta, o piota, era di un grado e di un grado e mezzo più freddo d'un altro posto a'piè di quell'erba; e in corrispondenza, essendo nel mese di Dicembre, vi fu un tempo nel corso della osservazione (Memoria del 1831, pag. 469, e quì sopra a pag. 30-33), nel quale la rugiada erasi gelata ad un pollice di altezza dal fondo dell'erba, mentre era ancor liquida tanto di sotto a quella breve altezza, quanto di sopra. Questo singolare fenomeno ha confermato quello che aveano segnato i termometri.

La Tavola VIII. del 1832 (pag. 306, e quì sopra a pag. 66) mostra che, fra l'erba alta un piede e mezzo, due termometri elevati 2 e 7 pollici dal suolo erano più freddi d'un terzo collocato al fondo dell'erba.

Ecco dunque i risultati.

Súbito al di sopra della neve, del terreno nudo, ed anche del fondo dell'erba, o di recente tagliata od alta, un termometro è più freddo di un altro collocato su la superficie della neve, del terreno, e su'l fondo dell'erba.

Quello alla superficie ha una temperatura media tra il freddo del primo strato d'aria, grosso uno o due pollici, ed il caldo del primo straticello di neve o di terreno, egualmente grosso uno o due pollici.

Conseguenza evidentissima: il freddo del primo straticello, grosso uno o due pollici, non è prodotto da irraggiamento di calore di neve, di terreno nudo, o di erba a cui sovrasta; per la ragione semplicissima, che il freddo di quell'aria non può venire dal caldo delle superficie con le quali si trova in contatto.

Quale poi sia la causa di quel freddo del primo straticello d'aria, e che tale si mantiene ad onta del suo contatto con superficie più calde, questa sarà un'altra questione. Si direbbe che vi entra la elettricità, senza saper dire il come. Ma io non fingo ipotesi, nè ammetto spiegazioni vaghe ed astratte. Quì mi basta avere dimostrato co'i fatti l'errore di far dipendere quel freddo dell'aria da irraggiamento del calore dei corpi.

Sia questo un esempio che la Fisica dei gabinetti, com'è sinora limitata, non serve a rendere ragione di tanti fenomeni di Meteorología, scienza ch'è ancora bambina. Occorrono osservazioni; e questo è generalmente conosciuto, fuorchè dal sig. Melloni, che presume tutto spiegare magistralmente *a priori*.

## § VII. Il freddo del primo strato d'aria è contrario alla formazione della rugiada, secondo la ipotesi di Wells.

I fatti del precedente § VI. mostrano la illusione e l'errore, che il freddo del primo strato più basso d'aria dipenda da irraggiamento di calore dei corpi.

Com' è un fatto, che quello strato è costantemente più freddo di tutto nel corso della notte; così è un altro fatto, che in quel primo strato per tutta la notte continua a precipitare umidità, che bagna terreno, erba e corpi. Cosicchè la rugiada diviene sempre più copiosa, ed insieme arriva progressivamente a sempre maggiori altezze. Evidentemente tutto questo è opera del vapore notturno, che di continuo ascende dal terreno e si condensa (§ III).

Invece si fa procedere ad arbitrio dal vapore contenuto nell'aria anche di giorno. Ed io dico, che la impossibilità di tale supposizione è dimostrata dal solo fatto di quel freddo massimo dell'aria soprastante al terreno ed all'erba.

In primo luogo quell'aria, come più densa degli strati superiori, è necessariamente stagnante; nel che conviene anche Melloni. Ciò posto, essendo più fredda di tutto ciò a cui soprasta, non potrebbe da quell'aria precipitare un atomo di rugiada. E pure in quell'aria tutto si bagna, e più copiosamente che di sopra, per tutto il corso della notte.

Per trovare la rugiada di Wells converrebbe ascendere fuori di quell'aria, fino a trovar corpi più freddi dell'ambiente, e più freddi di molti e molti gradi (§ V. n.° 2). Questo già non si troverebbe mai; ma pure se fosse vera la ipotesi, la rugiada non si avrebbe che a certa altezza. Il che essendo contro il fatto, la ipotesi è falsa.

Wells medesimo riconobbe fatale alla sua ipotesi lo stagnamento dell'aria attorno i corpi, anche supponendola più calda di questi, perchè dopo una prima precipitazione di vapore, accompagnata da equilibrio di calore al contatto, non vi sarebbe precipitazione ulteriore. Quindi fu condotto ad asserire che i venticelli o le piccole agitazioni d'aria favoriscono la formazione della rugiada. In primo luogo questo l'ho trovato falso (*Annali* del 1832, pag. 36, e quì sopra a pag. 47). In secondo luogo le piccole agitazioni poco o nulla alterano quel primo straticello d'aria stagnante presso al suolo, dove appunto è più copiosa la rugiada, e dove non dovrebbe esservi, secondo la ipotesi.

Il Melloni dice che la *precipitazione di una parte del vapore elastico,* anche sopra *le erbe,* seguirà *presto o tardi.* Con ciò egli riconosce che, secondo la ipotesi, la precipitazione non potrebb'essere sempre pronta. Essendo in fatto costantemente prontissima la formazione della rugiada, giacchè comincia su l'erba súbito dopo l'occaso, e nei luoghi ombreggiati anche un po' prima, quella formazione non è dunque precipitazione del vapore elastico contenuto nell'aria.

In quanto poi al primo strato d'aria più freddo di tutto quello che vi sta sotto e sopra, secondo la ipotesi ammessa dal Melloni non potrebbe esservi rugiada nè presto, nè tardi; ed invece vi è più copiosa che di sopra, e continua a formarsi per tutta la notte, perchè dipende dal vapore che ascende, e non dal vapore elastico contenuto nell'aria.

Farò quì notare, che le Tavole di mie osservazioni del 1831 (vedile in fine di questo Volume), le quali durarono sempre più ore della notte, presentano il raffreddamento dell'aria a due pollici di altezza da 1 a 5 gradi.

## § VIII. Autori che hanno trattato dell'irraggiamento notturno, e della ipotesi di Wells circa la causa della rugiada.

Il complesso delle mie osservazioni con Tavole, inserite negli *Annali* del 1831, pag. 449-482, e quì sopra a pag. 18-38, ha dimostrato:

1.° Che il massimo freddo nelle notti calme e serene è del primo straticello d'aria, grosso due pollici circa, incumbente o al terreno nudo, o alla neve, o al terreno coperto di piota.

2.° Che un termometro in contatto con la superficie del nudo terreno o della neve, o co'l fondo della piota, partecipa del freddo di quel primo straticello d'aria, e del caldo del primo straticello di terreno o di neve; ma che partecipa più del freddo dell'aria, che del caldo sottoposto.

3.° Che a partire da quel primo straticello d'aria, ascendendo, la temperatura è crescente prima rapidamente, poi più lentamente.

4.° Che un termometro in contatto con la superficie o di neve o di terreno nudo è sempre più freddo di alcuni gradi d'un altro all'altezza di quattro o cinque piedi, ed anche di due o tre piedi soltanto.

Tutto questo serve a svelare d'onde sia nato l'errore di credere la superficie del suolo più fredda dell'aria soprastante; cioè perchè fu presa per temperatura della superficie quella segnata dal termometro in contatto, e per temperatura dell'aria quella ai quattro o cinque piedi d'altezza.

Io credo d'essere stato il primo a conoscere quelle vicinissime differenze di temperatura, le quali servono, fra le tante altre cose, a convincere d'errore la ipotesi di Wells, per la quale non potrebbe bagnarsi di rugiada il terreno più caldo dell'aria soprastante, e invece si bagna (§ IV.); nè potrebbe darsi rugiada nel primo straticello d'aria, che di notte è sempre più freddo di tutto; nè vi sono corpi di esso più freddi, su cui precipitare il suo vapore (§ VI). Invece in quello strato vi è la più copiosa rugiada, che procede dal vapor caldo ascendente dal terreno (§ III).

Che si pretendesse misurare di confronto le temperature della superficie del suolo e dell'aria incumbente con quei due termometri, uno in contatto della superficie, l'altro alto alcuni piedi, d'ordinario quattro o cinque, ecco le prove.

Wells generalmente paragonava la temperatura del piano erboso con lo strato dell'aria al di là di quattro piedi. Six aveva osservate differenze maggiori; ma il suo termometro superiore era alto sette piedi, invece di quattro (*Bibliothèque Britannique* 1815, Vol. II. *Saggio su la rugiada di Wells*, Sesione II).

Se anche è vero quanto riporta Bellani nel suo Articolo del *Giornale Agrario*, che Wells abbia una volta confrontato un termometro su la piota con altro alto due piedi, ciò non conclude. Le mie Tavole V. VI. VII. del 1831, poste in fine di questo Volume, mostrano che anche a due o tre piedi d'altezza dal suolo un termometro è più caldo di un altro a contatto del fondo dell'erba. E di più, la mia Tavola VII. dimostra che anche sopra la stessa piota ad un pollice di altezza è più freddo che al fondo dell'erba, tanto da congelare la rugiada, che di sotto era ancora liquida (§ VI).

Dunque le osservazioni di Wells non hanno punto rilevato che il massimo freddo anche sopra la piota è dell'aria, e non del suolo; com'è sopra il nudo terreno incontrastabilmente più caldo dell'aria soprastante.

Gli altri osservatori seguirono lo stesso metodo di confrontare un termometro in contatto della superficie del suolo con altro ad alcuni piedi d'altezza; e trovando questo più caldo di quello, giudicarono l'aria soprastante più calda di quella superficie. Se avessero alzato il primo termometro soltanto uno o due pollici dalla superficie, avrebbero trovato il rovescio; cioè che l'aria soprastante è più fredda. E allora Wells non avrebbe potuto piantare la sua ipotesi, che suppone l'aria più calda dei corpi su i quali si depone la rugiada: sicchè quella sua rugiada non potea darsi nel primo straticello d'aria (§ VI). Ecco da che ha dipenduto in questo caso la falsità di una intiera scienza: dalla differenza di due pollici di posizione d'un termometro.

Wilson fece il confronto di un termometro posato su la neve (*couché sur la neige*) con altro a quattro piedi d'altezza; ed ha concluso erroneamente, che la neve è molto più fredda dell'aria (*Bibliothèque Britannique* 1797, Vol. III).

Boussingault alle Cordigliere con due termometri, uno all'altezza di quattro piedi, l'altro in contatto con l'erba, trovando questo più freddo di quello, ha concluso che l'erba è più fredda dell'aria. Ed invece il secondo termometro segnava quella temperatura del primo straticello d'aria, che vi è anche sopra un nudo terreno ad un pollice di altezza (§ VI). Vedi *Annali ec.* del 1833, pag. 365, e qui sopra a pag. 72; e *Annales de Chimie et de Physique*, Mars 1833, pag. 260.

I teorici, che stando nei gabinetti hanno scritto su l'argomento, non fecero che ripetere quella regola dei due termometri, e la falsa conseguenza dedotta, che la superficie del suolo sia più fredda dell'aria soprastante (vedi *Annali* del 1832, pag. 39-41, e quì sopra a pag. 39-41). Biot fece la superficie del terreno scoperto più fredda dell'aria. Pouillet fece il suolo o la piota nove o dieci gradi centigradi più freddi degli strati inferiori d'aria. Despretz, citando Wells, disse che i termometri su la terra sono 4, 5, 6 ed anche 8 gradi più freddi d'un altro a quattro piedi sopra il terreno. Belli fece che il suolo si raffreddi per irraggiamento, e che l'aria di sopra sia raffreddata dal suolo. Ed io ho provato che il suolo con la sua superficie è molto più caldo dell'aria vicina, la quale in conseguenza non può riconoscere il suo freddo da irraggiamento di quella superficie (§ VI).

Arago nelle sue Istruzioni per l'equipaggio del naviglio *la Bonite* (vedi la *Bibliothèque Universelle*, Settembre 1835, pag. 502; e gli *Annali* del 1836, pag. 92, e qui sopra a pag. 98-108), ha suggerito un termometro su l'erba ed un altro *à quelque hauteur* per conoscere l'aria più calda della piota, senza sapere che, un pollice sopra, l'aria è più fredda della stessa piota (§ VI). Attribuì, come al solito, il freddo della piota ad irraggiamento, invece che all'aria che le sovrasta. Per altro parlò di *faible vertu rayonnante d'un ciel sérein.*

Poisson, supponendo sempre la *surface de la terre* più fredda dell'aria soprastante (vedi la *Bibliothèque Universelle*, Novembre 1835, e gli *Annali ec.* del 1836, pag. 120, e qui sopra a pag. 108-111), ha fatto che lo strato d'aria superiore si raffreddi a causa del freddo della terra: freddo imaginario e falso (§ VI). Ha inoltre supposto che l'effetto decrescente giunga sino a dieci metri. Per tal freddo dell'aria fa precipitare il suo vapore nell'aria stessa, invece che alla sola superficie dei corpi, com'è la ipotesi di Wells.

Vedi a quali discrepanze conducano gli errori di fatto, e i vaneggiamenti teorici su quelli fondati! Poisson ha fatto come Belli; ma nè l'uno nè l'altro hanno marcato, come non potevano marcare senza esperienze proprie, e riportandosi a quelle fatte malamente dagli altri, che il primo straticello d'aria è più freddo della superficie terrestre, e che non può quindi ricevere da questa la propria temperatura (§ VI). Nè hanno saputo il rapido aumento di calore nell'aria dentro lo spazio di quattro o cinque piedi d'altezza.

In quanto alle sperienze di Pictet, che versarono su'l confronto di strati assai larghi d'aria, furono ben lungi dal riconoscere le differenze mostrate dalle mie Tavole fra strati vicini a terra dentro quello spazio.

Marcet dopo di me, ignorando forse le cose mie, fece il confronto di un termometro a cinque piedi di altezza con un altro alto soltanto due piedi dal suolo, e fu sorpreso vedendo il primo più alto del secondo di alcuni gradi (vedi la *Bibliothèque Universelle*, Juin 1838, pag. 398; e gli *Annali* del 1838, pag. 215, e qui a pag. 143); il che era già dimostrato dalle mie Tavolè V. VI. VII. del 1831, poste in fine di questo Volume.

Mentre la sua sorpresa fa credere ch'egli ignorasse le mie osservazioni, conferma d'altro canto che, fuori di me, da nessuno era mai stata avvertita la rapida gradazione di temperatura negli strati sottili d'aria presso al suolo, ch'è mostrata dalle Tavole stesse.

Quindi si comprende perchè fosse fatto uso dei soli due termometri, uno alla superficie del suolo, l'altro a quattro o cinque piedi d'altezza; cioè perchè da quell'altezza in giù si supponeva uniforme la temperatura dell'aria: come lo mostra a bastanza anche la sorpresa di Marcet trovando una differenza dai cinque ai due piedi. Egli poi non è andato più oltre, e non ha rilevata la gradazione da me scoperta dentro quel ristretto spazio; e meno ha rilevato che il primo straticello d'aria è più freddo di tutto.

D'onde è nato l'errore di credere il suolo più freddo dell'aria. Basta vedere, oltre i tanti altri su nominati, quello che ha scritto Pouillet ne'suoi *Elementi di Fisica e Meteorologia*, prima edizione, Tom. II. Parte II. pag. 746, seguendo i dettami altrui senza esperienze proprie. Parlando di un osservatore che di notte passeggi la campagna, gli strati inferiori d'aria essendo p. e. a 12°, troverebbe in qualche luogo il suolo o la piota a 2° o 3° soltanto; altri corpi sarebbero a 5° o 6°, ed altri a 8° o 10° (vedi gli *Annali* del 1835, pagina 475, e qui sopra a pag. 34).

Nella terza edizione poi (Tom. II. pag. 572) ha alquanto cangiato. *La temperatura dell'aria essendo di* 15° *ad una certa epoca della notte, vi saranno corpi a* 14°, *altri a* 13°; *ed i più raggianti a* 7°, 6°, 5°, *se saranno convenientemente collocati.*

Queste sono tutte eresie convinte dai fatti (§ III. e VI). Si fa l'aria più calda di tutto, ed invece è più fredda di tutto, là appunto presso il suolo, dov'è più copiosa la rugiada.

Anche Kaemtz, da un passo del quale il Melloni ha colto pretesto d'insorgere, ha ripetuto quanto da tanti altri era stato scritto co'l dire, che *dopo il tramonto del Sole.... la temperatura del suolo scende a parecchi gradi sotto quella dell'aria ambiente.* Ecco in qual modo passano gli errori dall'uno all'altro, massimamente negli oggetti meteorologici, dove nulla sanno per sè stessi gli studiosi da gabinetto.

Il Melloni si mostra ignorantissimo di quello che fu scritto dagli autori innanzi citati sopra la rugiada, quando condanna il solo Kaemtz. E se Melloni accordò invece il terreno più caldo dell'aria soprastante (§ III.), non può averlo saputo che dalle mie Memorie, le quali però non nomina, giacchè sperienze proprie egli non vanta. Si è veduto com'egli sia semplice progettista di modi impraticabili, e predicatore di risultati impossibili (§ IV. n.° 1). Per non dire di aver saputo da me che il suolo è più caldo dell'aria soprastante, scrive in modo come se quella fosse una sua inspirazione. Nell'atto poi di accordare quel fatto che distrugge la ipotesi, ha preteso salvarla facendosi riformatore della stessa, e confinando la rugiada alle *parti sottili dei vegetabili*, e ai corpi di *poca massa* non comunicanti co'l suolo (§ III. IV). Con la sua creazione fantastica

venne, contro i fatti, a privare di rugiada il terreno nudo (§ IV). È poi anche impossibile, secondo la ipotesi abbracciata, nel primo strato d'aria, dove tanto abonda.

Bellani al contrario, dopo essere stato costretto a riconoscere il vapore caldo notturno del terreno, e il freddo dell'aria soprastante, accordò al terreno ed al fondo dell'erba di bagnarsi con quel vapore, ed ha confinata nel 1834 la rugiada di Wells al di sopra (§ III). Ma nel 1844, per non disentire di troppo dal suo commilitone, mescolò insieme le due rugiade, mentre sono inconciliabili, e l'una esclude l'altra (§ III. n.° 4).

Si confrontino i vaneggiamenti di questi due signori con quello che in contrario era stato scritto da tanti altri, come sopra; e si vegga come la bella ed illustre teoría di Wells venga ad essere ridotta, in causa del suo errore, ad un labirinto di confusioni e di contradizioni.

## § IX. Detrazioni del Bellani circa le mie sperienze su'l freddo massimo del primo strato d'aria.

Il Bellani, che conobbe dalle mie Memorie il massimo freddo nel primo strato d'aria, ed il rapido aumento di calore da quello strato fino a quattro o cinque piedi d'altezza, il che da nessuno era stato rimarcato (§ VIII.), ha cercato spogliarmi di quella scoperta negli *Annali di Agricultura* del 1835; contro di che ho reclamato in un'Appendice II., *Sopra la causa della rugiada*, negli *Annali* ec. del 1835, pag. 331, e quì sopra a pag. 83.

Dopo sette anni di suo silenzio, e senza rispondere al mio reclamo, venne a ripetere lo stesso modo di spogliazione nel Giornale del sig. Majocchi (Giugno 1842, pag. 306) in questa forma: *Da tutti si ammette, e dallo stesso sig. Fusinieri, che la temperatura dello strato d'aria più vicino alla superficie terrestre dal tramonto al rinascere del Sole diviene più fredda degli strati superiori fino a certa altezza.*

Si è veduto di sopra (§ VIII.), che lungi dal conoscere quella gradazione, e lungi dal conoscere il massimo freddo confinato al primo straticello d'aria, grosso due pollici circa, i tanti autori citati hanno invece supposto la temperatura dell'aria uniforme dall'altezza di quattro o cinque piedi fino al suolo, misurandola con un termometro a quell'altezza; ed hanno creduto la superficie del terreno, della neve, e del fondo d'erba corta più fredda, mettendovi in contatto un termometro, il quale invece partecipava del caldo del terreno e del freddo dell'aria soprastante (§§ VI. e VIII).

E si è veduto che Marcet, partecipando di quell'errore generale, restò sorpreso quando trovò che un termometro a due piedi d'altezza era più basso d'un altro a cinque piedi (§ VIII).

Ho di nuovo reclamato contro quella ripetuta spogliazione negli *Annali* del 1842, pag. 285, e quì sopra a pag. 160; ed ecco il nuovo gioco del Bellani co'l suo Articolo inserito nel *Giornale Agrario*. Non parla più dello *strato d'aria più vicino alla superficie terrestre.* Dice invece: *fu dimostrato che si otteneva il massimo freddo su l'erba rasente il suolo.* Dunque sostituisce *l'erba rasente il suolo* al *primo strato d'aria più vicino alla superficie terrestre.*

In quanto all'*erba rasente il suolo,* fu creduto sempre di misurare la sua temperatura con un termometro al contatto, e di misurare di confronto la temperatura dell'aria soprastante con altro termometro a quattro o cinque piedi d'altezza, la quale si supponeva, per conseguenza, uniforme da quell'altezza sino al suolo.

Io poi ho trovato, anche rispetto all'*erba rasente il suolo,* che un termometro elevato un pollice era più freddo di un grado o un grado e mezzo di un altro collocato al fondo dell'erba; tanto che la rugiada era gelata a quell'altezza di un pollice, e di sotto ancor liquida (§ VI).

Fuori di me, il solo Marcet fece il confronto di due termometri a due e cinque piedi d'altezza; e fu sorpreso trovando quello a due piedi più basso, contro la credenza universale di quella uniformità (§ VIII).

Il Bellani non nega che il secondo termometro fosse collocato a quattro o cinque piedi d'altezza per misurare la temperatura dell'aria, perchè non sa dare a quel termometro un'altra destinazione. Ma nello stesso tempo m'imputa ch'io mi sia ingannato a credere che sia stata supposta uniforme la temperatura dell'aria da quell'altezza fino a terra: il che è una contradizione con sè stesso.

In luogo di provare che alcuno abbia trovato in quello spazio, discendendo, un decremento di temperatura, e che abbia trovato il massimo freddo nello straticello d'aria in contatto con la superficie, adduce una esperienza di Wells, che fece il confronto con due termometri fra l'aria a due piedi e la piota

(il che prova ancora, che fu supposta uniforme la temperatura dell' aria da quell' altezza fino alla piota); un' altra ne riporta di confronto fra la piota ed il terreno ad un pollice di profondità (il che nulla ha che fare con l'oggetto presente); una terza è relativa alle misure di Pictet fino a duecento piedi fra grossi strati d'aria (e nè pur questo ha che fare co' i varj strati di gradazione nello spazio di quattro o cinque piedi sopra il suolo).

In somma il Bellani, non potendo contendere il fatto da me osservato, che il primo straticello d'aria sopra la neve, il terreno e 'l fondo dell' erba è più freddo di tutto; e non potendo contendere che il calore da quel punto cresce in alto prima rapidamente, poi lentamente, perchè sono fatti che ognuno può riscontrare facilmente; ha invece tentato di far credere che quei fatti fossero già noti: il che è smentito da quanto fu esposto al § VIII., e da quanto egli stesso adduce per quel suo proponimento.

## § X. Fra l'erba èvvi rugiada maggiore dov'è tolto l'aspetto del cielo; ancora freddo massimo nel primo strato d'aria fra l'erba alta, indipendente da irraggiamento dei corpi.

Sinora ecco i fatti che distruggono la ipotesi di supporre di notte precipitazione del vapore di saturazione dell' aria sopra corpi di essa più freddi.

1.° Che si bagna di rugiada anche il nudo terreno, incontrastabilmente più caldo dell' aria soprastante (§ IV).

2.° Che il freddo del primo strato d' aria non dipende da irraggiamento di calore del suolo, perchè essendo questo più caldo, non può dare una temperatura che non ha; e l'aria ha quel freddo tanto sopra la piota, quanto sopra la neve e quanto sopra il nudo terreno (§ VI).

3.° Che il freddo del primo strato d' aria, ch'è il massimo, rende impossibile in quello strato la rugiada di Wells, la quale suppone l' aria più calda dei corpi (§ VII.); cioè, secondo la ipotesi, in quello strato non vi sarebbe mai rugiada, mentre in fatto vi è la più copiosa.

Parlerò ora di un altro fatto ben segnalato, che distrugge la stessa ipotesi. L' ho addotto negli *Annali ec.* del 1832, pag. 303, e quì sopra a pag. 68, con la Tavola VIII.; ed il Bellani con tanti suoi sforzi nulla seppe dire in contrario, come sorpassò tanti altri fatti decisivi.

È condizione essenziale alla formazione della rugiada, secondo la ipotesi, che i corpi abbiano libero l'aspetto del cielo. Appunto dovendo raffreddarsi con l' irraggiamento del proprio calore, quell'aspetto è necessario. Così lo stesso Melloni: *la quantità di rugiada deposta in una data notte sopra un dato corpo essere tanto maggiore, quant'è più grande la porzione di cielo* VEDUTA *da quel corpo.*

Ma in un prato d' erba folta ed alta, ed anche in un campo di frumento, si presenta l' effetto precisamente inverso. Si forma la rugiada prima al fondo di quell' erba, dove l' aspetto celeste è tolto dagl' intrecci ed inviluppi delle parti superiori delle piante. La formazione prosegue dal basso in alto; resta sempre più copiosa nei luoghi inferiori; e le cime dell' erba, che hanno il più libero aspetto celeste, sono le ultime a bagnarsi; e quando sono bagnate, la rugiada è sempre più copiosa al di sotto in quelle parti inviluppate. L'effetto è naturalissimo e necessario in virtù del vapore ascendente che si condensa. L'effetto è inesplicabile con la ipotesi di Wells, anzi vi è contrario, e la distrugge.

Per fare uno sperimento preciso ho scelto un luogo dove l'erba era folta, ed alta da uno a due piedi. Ho collocato quattro termometri: uno in fondo dell'erba; un altro alto due pollici e due linee; un terzo alto sette pollici; un quarto a livello delle cime dell' erba, alto un piede e mezzo.

La rugiada si è formata prima alle parti più basse dell' erba, mentre le parti superiori e le cime erano ancora secche; poi progressivamente il deposito d' aqua si è alzato: così che vi fu un tempo in cui le cime erano inumidite, mentre le parti vicine al suolo erano copiosamente bagnate.

Il termometro in fondo dell' erba in contatto del terreno fu sempre il più caldo di tutti. I due termometri, alti due o sette pollici, furono più freddi di quel primo e del quarto a livello delle cime dell' erba; e questo fu alquanto più freddo del primo in fondo dell' erba.

Dunque, ancora al contrario della ipotesi, il termometro alle cime dell' erba, dove avrebbe dovuto esservi, secondo la ipotesi, il massimo freddo a causa dell' aspetto celeste, fu anzi più caldo degli altri due, ai quali quell' aspetto era tolto dagl' intrecci ed inviluppi superiori dell' erba; ed il termometro in fondo all'erba risentiva costantemente del calore del terreno. I detagli trovansi nel citato luogo degli *Annali ec.* del 1832, e quì sopra a pag. 65-69, e nella Tavola relativa.

Tutti questi fatti dimostrano chiarissimamente ch'è un sogno il freddo d'irraggiamento, e ch'è un sogno ancora maggiore la precipitazione per quel freddo su i corpi dell'aqua di saturazione dell'aria. E chi non è affatto cieco vede che la formazione della rugiada è opera del vapore ascendente dal terreno.

Le sperienze di questo Articolo bastano da sè sole a convincere pienamente che la ipotesi, di cui si tratta, è una vera chimera; e che se per fondarla si facesse quello che non fu mai fatto con l'igrometro di condensazione, si troverebbe confermata la sua falsità (§ V).

Chi poi sostiene la ipotesi senza rispondere ai fatti delle mie Memorie, conoscendole, non è certamente di buona fede.

## § XI. Alzamento progressivo della rugiada nel corso della notte. Vi è sempre un límite non molto distante dal suolo, oltre il quale manca del tutto.

1.° Questo fatto l'ho riferito in detaglio e discusso negli *Annali ec.* del 1831, pag. 480, e quì sopra a pag. 85-88; e 1832, pag. 33, e quì sopra a pag. 45; come uno fra i tanti che sono inconciliabili con la ipotesi di Wells. D'estate il límite superiore della rugiada l'ho trovato dai 20 ai 30 piedi, d'autunno dai 30 ai 44; e d'inverno il límite della brina è ancora più alto, e alle volte di molto.

Nel corso della notte, come dalle mie sette Tavole di osservazioni del 1831, e ottava del 1832, pag. 306, e quì sopra a pag. 66, vi è un progressivo raffreddamento in tutti gli strati d'aria che ho esplorati, compreso il primo straticello più freddo di tutto (§ VI.); e si conservava sempre quella singolare gradazione assai rapida presso al suolo decrescente dal basso in alto (§§ IV. V. VI. VII). Contemporaneamente la rugiada va aumentando in ciascuno strato, e va formandosi sempre più alta.

Quindi lo stesso termometro, quantunque da un'ora all'altra conservasse la stessa temperatura, era secco nella prima ora, e bagnato nella seconda; e nella stessa ora, di due termometri, uno un po' più alto dell'altro, che aveano la stessa temperatura, il più basso era bagnato, il superiore era ancor secco. Vedi, per esempio, la Tav. VII. e la Osservazione VI. del 1831, pag. 468, e quì sopra a pag. 30.

Tutto questo è direttamente contrario alla supposizione, che la rugiada sia precipitazione dell'aqua di saturazione dell'aria sopra corpi più freddi di essa. E tutto questo dimostra invece, che la rugiada procede dal vapore caldo del terreno che ascende, e che, trovando l'aria fredda, si condensa. E siccome il freddo dell'aria aumenta progressivamente nel corso della notte, ed insieme nuovo vapore continuamente ascende; così con questi due fatti ho spiegata nel 1831, pag. 480, e quì sopra a pag. 37, la *vera genesi della rugiada, ec.*

2.° Nel 1832, pag. 33, e quì sopra a pag. 45, ho riassunto l'argomento, che la rugiada va progressivamente alzandosi nel corso della notte fino ad un límite che non oltrepassa; ed ho risposto ad una spiegazione che si era sforzato di dare il sig. Prof. Belli, co'l mezzo della ipotesi di Wells, al fatto che la rugiada non sorpassa un certo límite di altezza.

Egli voleva spiegarlo con la maggiore massa d'aria in alto che a basso, la quale riscaldi i corpi in luogo d'essere da quelli raffreddata al grado di deporre l'aqua di saturazione. In primo luogo non è vero che dai luoghi bassi ai luoghi alti vi sia sempre quella maggiore massa d'aria da lui supposta attorno i corpi. Anzi può darsi che attorno le frondi superiori di un albero vi sia maggiore massa d'aria, che attorno le fronde inferiori, secondo la conformazione delle piante, o la vicinanza fra loro, od altre circostanze. E pure a basso vi sarà rugiada, ed in alto mancherà. Poi non è vero che, secondo la ipotesi, dovesse influire la quantità di massa d'aria, giacchè è al semplice contatto che si vuole la precipitazione del vapore dell'aria su i corpi: al che non influirebbe la quantità della massa residua d'aria in distanza da quel contatto.

Ma vi è il fatto di due termometri eguali isolati, egualmente circondati da massa d'aria indefinita rispetto a loro, e alla stessa temperatura ad un certo tempo: il più basso è bagnato, il superiore è ancor secco. E in due tempi diversi lo stesso termometro, che conserva la medesima temperatura, sarà secco nel primo tempo, e bagnato nel secondo.

E vi è l'altro fatto, di cui parlerò quì sotto, che anche corpi esili, isolati nell'aria, di massa rispetto a loro infinita, contraggono abondante rugiada. Questi fatti distruggono direttamente la spiegazione, già in sè stessa sofistica, del Belli, di mancanza di rugiada a certa altezza.

3.° Negli *Annali ec.* del 1834, pagine 335. 336. 337, e quì sopra a pag. 83-96, ho risposto al Bellani, il quale, costretto ad ammettere la condensazione del vapor caldo ascendente dal terreno nell'aria fredda su-

periore, volea confinare tutta la condensazione a non so quale breve altezza, ch'egli medesimo non sapea determinare, per lasciar luogo di sopra alla rugiada di Wells. Ho mostrato che tutto ciò ch'egli diceva era imaginario, assurdo, dettato dalla sola ostinazione nel sistema; ch'era contrario a quello che tutti sanno dei vapori caldi che continuano ad ascendere nell'aria fredda, senza condensarsi tutto ad un tratto; e che infine era contrario a quello che altre volte egli aveva scritto, ed a quello che avea detto il suo amico Belli.

Gli ho detto inoltre, che se anche quel vapore non potesse ascendere ulteriormente per forza aerostatica, ascenderebbe per saturazione progressiva dell'aria superiore. E di più, che non è ben nota la causa o le cause dell'ascensione dei vapori nell'aria fino alle regióni delle nubi, senza saturar l'aria che trapassano. Cosicchè se giungono a quelle altezze, non vi può essere difficoltà che il vapore ascendente di notte giunga fin dove si forma la rugiada.

Il Bellani, che per costume non risponde mai nè a fatti, nè ad argomenti che lo convincono, nè sa far altro che ripetere le cose più e più volte dette, per quanto siano redarguite, nel suo Articolo ultimo del *Giornale Agrario* confina quel vapore alla sola *erba rasente;* e lo fa anzi ivi mescolare con la rugiada di Wells, con patente assurdità, e contro quello che avea detto nel 1835 (§ III. n.° 4., VIII. n.° 11). Ecco con quale spirito vengono trattate le scienze!

4.° Melloni con la sua profonda ignoranza, e con le sue idée fantastiche in materia di rugiada, come in tanti modi si è veduto, viene in campo, a proposito della mancanza di quella a certe altezze, con la idéa di *una pianta d'alto fusto nel bel mezzo di una prateria*, per fare che le *fronde superiori siano sempre meno rugiadose di molto che l'erba di un prato.*

Non v'è bisogno di quell'isolamento, non v'è bisogno di praterìa, e non si tratta di alte fronde meno bagnate dell'erba. Si tratta invece, che in qualunque luogo anche con altri alberi vicini, anche senza prato di sotto, le fronde inferiori sono più bagnate delle superiori, e che le cime a certa altezza sono non meno rugiadose, ma secche per tutta la notte.

Lasciando adunque egli senza spiegazione la mancanza assoluta di rugiada alle alte fronde, che hanno più libero l'aspetto celeste, ricorre, come Belli, ma senza nominarlo, alle *poche fronde rispetto alla massa d'aria.*

Che vada dunque a leggere, se non ha letto; e poi venga a rispondere ai suddetti miei argomenti in confronto di Belli, il quale già dal suo canto non ha mai risposto.

In quanto poi alla maggiore quantità di rugiada su le fronde inferiori che su le superiori, in quella sua pianta d'alto fusto in mezzo ad una praterìa, egli la fa dipendere dall'*azione frigorifica del prato..... Il freddo sussidiario* (egli dice) *dell'erba sommandosi co'l freddo dovuto all'aspetto del cielo, farà sì che la rugiada dovrà essere tanto più pronta e copiosa, quanto minore sarà la distanza dalla superficie terrestre.*

Ecco un'altra sua riforma della teorìa di Wells, con la quale estende la potenza raffreddante dell'erba, co'l mezzo dell'aria fraposta, fino a 30, 40, 50 piedi d'altezza; e ciò per direzioni pressochè verticali, senza riflettere che le continue piccole agitazioni d'aria, che di notte sono frequentissime, non permetterebbero all'aria di esercitare quella funzione, ch'egli le dà, di trasmettere a quelle altezze il freddo dell'erba; oltre essere già l'aria per sè stessa incapace di trasmettere a quelle distanze, anche maggiori in tempo di brina, le differenze di basse temperature, anche fuori d'un recinto in aperta campagna.

Ma già la fantasìa del Melloni è súbito distrutta dal fatto, che vi sono e quella formazione decrescente di rugiada dal basso in alto, e la mancanza assoluta a certa altezza, anche sopra il nudo terreno, dove manca l'imaginario freddo sussidiario dell'erba. E Melloni accorda già il terreno più caldo dell'aria. Sicchè il terreno dovrebbe, secondo il gioco da lui imaginato, trasmettere un calore distruttore di quella progressione d'incremento di rugiada dall'alto al basso. Cioè, per la ragione dei contrarj, il calore del terreno, rovesciando la progressione, renderebbe la rugiada invece decrescente dall'alto al basso, se fosse vera quella comunicazione e quella influenza della superficie terrestre dal basso in alto, che Melloni aggiunse agli altri suoi sogni, con manifesta mancanza di riflessione, nel caso del terreno nudo.

Secondo le innovazioni che vanno facendo Bellani e Melloni alla teorìa di Wells, si vede che un poco alla volta viene distrutta da essi medesimi.

## § XII. Bellani áltera quello che ha scritto, e poi ímputa me di averlo alterato.

Si è veduto che Bellani accorda il vapor caldo che ascende dal terreno, e la sua condensazione trovando l'aria fredda incombente (§ III. n.° 2).

Però, in quanto all'ascensione di quel vapore, egli è caduto nelle singolari contradizioni che ho rilevate negli *Annali delle Scienze* 1835, Appendice II. *Su la causa della rugiada* (quì sopra a pag. 83), e che a pag. 333 (quì sopra a pag. 91) ho compendiate come segue.

« A che siamo dunque ridotti co 'l sig. Bellani? Prima egli fa condensare tutto il vapore ascendente » sotto il primo strato di terreno, o nudo o coperto d'erba; poi lo fa difondere nell'aria; poi non vuole di » nuovo che salga; e per ultimo, co 'l paragone del vaso co 'l tubo, lo fa di nuovo salire, e lo fa condensare » in uno strato d'aria, di cui non determina l'altezza. »

Ho di più mostrato con la stessa Appendice, che quando non volea che nessuna parte del vapore ascendesse oltre la prima condensazione, per così dire, superficiale, contradiceva ai principj di Fisica conosciuti, a sè stesso, al Prof. Belli, ed a quello che sa lo stesso vulgo.

Cosa rispose egli a tutto questo? Niente. Dopo sette anni di silenzio sopra quella mia Appendice, è tornato in campo anche con la rugiada nel Giornale Majocchi, Giugno 1842, a ripetere nudamente quello che avea prima asserito, precisamente come se quell'Appendice non esistesse. Bellissimo rimedio per chi non sa rispondere! Ha ripetuto il suo guazzabuglio con termini alquanto diversi, volendo tuttavía che, oltre la condensazione del vapor caldo che ascende trovando l'aria fredda, vi sia inoltre di sopra la rugiada di Wells. Poi nel *Giornale Agrario* ha mescolate insieme le due rugiade, come si è veduto (§ III. n.° 4., VIII. n.° 11.); il che è più assurdo di tutto.

Ecco le sue precise parole, parlando di rugiada nel Fascicolo di Giugno 1842, pag. 306-307 del Giornale Majocchi: *Ora se, secondo la spiegazione già data dal Fusinieri, il fenomeno dipendesse unicamente dalla umidità che si solleva dal suolo, e che incontrando il primo strato freddo atmosferica deve precipitare, o sia ridursi in aqua, perdendo tutta quella tensione proporzionata all'abbassamento della temperatura incontrata; il vapore residuo, che continuasse a sollevarsi, non potrebbe più menomamente precipitare, perchè incontrerebbe strati meno freddi del primo.*

Nella mia Risposta (*Annali* del 1842, Bim. VI., e quì sopra a pag. 160) ho trascritto *ad literam* quel suo passo, ed ho soggiunto: « Mentre in quegli *Annali di Agricultura* faceva condensare tutto il vapore terrestre » in un primo strato d'aria più fredda a basso (n.° 12. 13.), ora invece accorda che un vapore residuo, non » condensato nel primo strato, continui a sollevarsi; ma nega che precipiti negli strati superiori. »

Allora si è pentito di quello che aveva scritto in quel suo passo nel Fascicolo di Giugno 1842; cioè si è pentito della sua confessione, che nel primo strato d'aria vi è un *vapore residuo* dalla condensazione, il quale deve per conseguenza ascendere ulteriormente; e quando ciò è accordato pe 'l primo strato d'aria, lo è anche pe 'l secondo, pe 'l terzo, e così di séguito: sicchè il vapore continua ad ascendere e precipitare in parte per ogni strato, e non v'ha più luogo alla rugiada di Wells per precipitazione dell'aqua di saturazione contenuta nell'aria.

Nel suo pentimento di avere confessato il *vapore residuo*, ecco il rimedio imaginato ed eseguito. Nel Fascicolo di Maggio 1843 dello stesso Giornale, con un Articolo intitolato *Brevissima replica ec.*, pag. 167, data alla suddetta mia *Risposta*, ha premesso a pag. 168: *Il sig. Fusinieri alterò alquanto i periodi che trascrive come miei proprj.* Poi passa a trascrivere l'Articolo che io avea riportato fedelmente dal Fascicolo di Giugno 1842; e poi soggiunge alla stessa pag. 168: « Ora io dissi invece: *questa massa vaporosa, ammettendo ancora che con-* » *tinuasse a sollevarsi, non potrebbe più menomamente precipitare, perchè incontrerebbe strati meno freddi del primo* » *fino ad una notabile altezza.* »

Ecco dunque le sostituzioni da lui fatte nel Fascicolo di Maggio 1843, pag. 168, a quello che avea scritto nel Fascicolo di Giugno 1842, pag. 306-307.

1.° Alle parole *il vapore residuo che continuasse a sollevarsi*, usate nel primo Fascicolo, il sig. Bellani sostituì nel secondo Fascicolo: *questa massa vaporosa, ammettendo che continuasse a sollevarsi.*

2.° Alle parole *incontrerebbe strati meno freddi del primo*, usate nel primo Fascicolo, il Bellani aggiunge nel secondo Fascicolo: *fino ad una certa altezza.*

Nel fare quelle sostituzioni ed aggiunte ha pronunciata la falsità: *Ora io dissi invece;* e tanto con questa,

quanto con l'altra falsità premessa, *il sig. Fusinieri altera alquanto i periodi che trascrive come miei proprj*, il sig. Bellani mi ha solennemente calunniato.

Non istupisco tanto di lui, quanto del Giornalista che lasci correre tali falsità, intaccanti l'onore altrui, e che sono convinte dalle sue medesime stampe anteriori. Se pretende d'essere stato sorpreso si giustificherà. Intanto sono entrambi responsabili.

Si vede ora che la pretesa stima, contro il solito, proferita a mio riguardo in principio dell'Articolo nel Fascicolo di Maggio 1843, fu un'arte per rendere credibile, senz'altro esame, quello che si volea imputarmi.

Se non ho reclamato súbito ch'ebbi il Fascicolo di Maggio 1843, fu perchè, distratto in altre cose, non ho preso in esame l'Articolo del Bellani se non all'occasione di scrivere unite le presenti mie Risposte a lui ed al Melloni.

Un'altra alterazione del Bellani da un Fascicolo all'altro. In quello di Maggio 1843, pag. 169, vi è un Articolo, con asterischi e corsivi, che comincia: *E pure si sa;* e finisce: *superficie del suolo;* come soggiunto *tosto dopo* al precedente che ha alterato. Anche nel Fascicolo di Giugno 1842, pag. 307, súbito dopo l'Articolo genuino da me trascritto, segue: *E pure si sa;* ma è un Articolo alquanto diverso, e più breve di quello che Bellani fornì di asterischi e corsivi nel Maggio 1843, pag. 169, per farlo credere riportato *ad literam* dall'altro Fascicolo, dove il vero Articolo non finisce con le parole *superficie del suolo.*

Siccome questo è fuori delle mie trascrizioni, io non vi entro se non che per riflettere all'uso del Bellani di alterare quello che ha scritto, dandolo per identico. Ed anche perchè a pag. 168 del Fascicolo di Maggio 1843 mi ha rinfacciato di non avere per esteso inserito il suo Articolo del Fascicolo di Giugno 1842, e di tacerne altri passi che sarebbero stati, secondo lui, di rischiarimento; mentre tali io non li trovo. Al che gli rispondo: che trascrivendo i suoi periodi s'incorre poscia nella calunnia di averli alterati, giacchè egli li cangia, e li dà per identici ai primi.

Mi è nato persino il sospetto che vi fosse una seconda edizione del Fascicolo di Giugno 1842 di quel Giornale, che contenesse le suddette sostituzioni e cangiamenti del Bellani, giacchè in altro modo io non sapeva spiegare com'egli facesse identico il contenuto nel secondo Fascicolo a quello che avea scritto nel primo. Sono andato a confrontare quel Fascicolo di Giugno 1842, che possedo, con quello del Gabinetto di lettura di Vicenza, e li ho trovati conformi.

## § XIII. La rugiada su i corpi esili è contraria alla ipotesi di Wells.

Io vengo ora ad usare di quei medesimi argomenti di Belli e di Melloni, che con molta aria e con poca massa non è possibile che un corpo si raffreddi più dell'aria. Io convengo pienamente in questo principio. Essi lo adoperarono a mostrare che l'absenza di rugiada alle alte cime degli alberi non è contraria alla ipotesi di Wells, perchè quantunque le cime irraggino il proprio calore, non possono abbassare di temperatura tanto da far precipitare il vapore d'aqua dell'ambiente. Ho già risposto in più modi, come si è veduto (§ XI.), che vi è in alto mancanza di rugiada, senza quella poca massa di cime che viene supposta; che abbasso vi è rugiada, ancorchè le masse siano minori che in alto; che di due termometri eguali di massa e di temperatura, egualmente isolati, e circondati da molta aria, il più basso ad un certo tempo si bagna, mentre il superiore è ancora secco; e che lo stesso termometro isolato e sospeso in molta aria, e che conserva per certo tempo la stessa temperatura, sarà prima secco, e in séguito bagnato.

Dunque se le alte cime degli alberi non si bagnano per tutta la notte, non è già per la molta massa d'aria che le circondi, ma per mancanza del supposto irraggiamento; e perchè il vapore terrestre o non vi ascende, o non vi trova il freddo che lo condensi.

Ora veniamo ai corpi esili ed isolati più vicini a terra, i quali appunto per le loro piccole masse non possono avere temperatura differente da quella dell'aria. Secondo la ipotesi di Wells, non potrebbero bagnarsi. Se dunque si coprono di rugiada, sarà falsa la ipotesi. Qui succedono fatti incontrastabili. I corpi esili non solo contraggono la rugiada, ma anzi in maggior copia che i corpi di masse maggiori. Segnatamente in tempo di brina, le punte, gli spigoli ne sono i più forniti abondantissimamente. E pure punte e spigoli non possono avere temperature inferiori a quella dell'aria.

Un fatto solo basta a distruggere la ipotesi. Le bave di ragno distese, isolate, e libere da contatto di altri corpi, contraggono copiosamente rugiada a goccioline sferiche; e d'inverno ne ho vedute tanto cariche

di brina da formare un volume grosso come la metà di una penna da scrivere. Ecco a che siamo ridotti. Il destino di una teoría tanto clamorosa, tanto illustre, e coronata dalla Società di Londra, dipende da una bava di ragno. Questa non può raffreddarsi minimamente più dell'aria, e contrae rugiada e brina abondantissime: dunque la ipotesi è falsa.

Questo è uno dei tanti argomenti che il Bellani ha lasciato senza risposta.

## § XIV. Altri fatti contrarj alla ipotesi di Wells.

Se si vogliono fatti ulteriori, che dimostrano falsa quella ipotesi, non mancano, perchè già l'errore d'ordinario si discopre in più modi diversi; ed è questo uno dei casi.

Nella mia Memoria del 1832 (e quì sopra a pag. 39 e seg.) vi sono altre osservazioni ed altri argomenti di fatto che lo dimostrano. Io quì ne farò soltanto dei cenni sommarj, rimandando a quella Memoria chi desiderasse i detagli.

A pag. 31, e quì sopra a pag. 44, ho detto che i corpi umani più caldi dell'aria si bagnano di rugiada, mentre la ipotesi esige che i corpi per bagnarsi siano più freddi di essa, e di tanti gradi, quanto importa il suo punto di saturazione (§ V).

A pag. 32, e quì sopra a pag. 44, ho parlato del deposito di rugiada prima alle superficie inferiori che alle superiori delle foglie, mentre queste e non quelle hanno il libero aspetto celeste. E vi fu un momento, in cui la comparsa delle nubi avendo sospeso la progressiva formazione di rugiada, ed il suo alzamento dal basso in alto, furono sorprese da quella sospensione alcune foglie ch'erano bagnate di sotto, e non ancora di sopra, come dirò parlando dell'effetto che fanno le nubi.

A pag. 36, e quì sopra a pag. 47. È falsa in fatto la conseguenza della ipotesi, che le piccole agitazioni d'aria favoriscano la formazione della rugiada. Appunto quella ipotesi esige una continua rinovazione di aria attorno i corpi. La conseguenza della ipotesi fu annunziata da Wells come un fatto, e fu creduta. Invece è il contrario, come dalla mia Osservazione V. Tav. VI. del 1831, pag. 463, e quì sopra a pag. 27-30. L'agitazione dell'aria mescola sempre gli strati superiori più caldi con gl'inferiori più freddi, e produce quindi sempre, più o meno, diminuzione di rugiada, ossia minore condensazione del vapore che ascende.

E vi è di singolare, che Wells e gli altri riconoscono il vento essere contrario al fenomeno. Quale sarebbe il límite fra vento debole e vento forte, in cui l'effetto cominciasse a convertirsi in contrario?

A pag. 70, e quì sopra a pag. 61. Le stesse teoríe del calore raggiante, come sono desunte dagli esperimenti, sono contrarie alla ipotesi, che la rugiada sia prodotta da quell'irraggiamento.

È noto che la forza raggiante del calore decresce con la temperatura; quindi minore trasmissione pe' i corpi diafani, e minore rifrazione insieme a più basse temperature. D'onde *la faible vertu rayonnante d'un ciel serein* di Arago (§ VIII). E con tutto questo si parla di freddo chimerico dei corpi per irraggiamento notturno di 6°, 10°, 12°.

Il Melloni è in contradizione quando, ammettendo quelle differenze, ammette insieme *una enorme quantità di calore intercettata dallo strato d'aria fraposto fra due stazioni.*

Anzi ha ribrezzo di far trapassare al calore notturno raggiante dei corpi tutta l'atmosfera, come fecero tanti altri seguaci della teoría di Wells. Lo fa invece assorbire *in gran porzione dagli strati superiori dell'atmosfera,* introducendo anche questa riforma nella teoría.

Ma tutte queste chimere svaniscono alla considerazione del calore che insieme co 'l vapore ascende dal terreno, investe i corpi, e li compensa abondantemente di quella minima quantità di calore che possono perdere per irraggiamento notturno; e si è dimostrato che il loro freddo procede non da irraggiamento, ma dall'aria che li circonda (§ VI).

E se un termoscopio discende alcun poco nel foco di uno specchio parabolico rivolto verso il cielo, egli è perchè il termoscopio è difeso dal vapor caldo che ascende, come n'è difeso un termo-moltiplicatore dal riflettore conico (§ VI). Ed i corpi che si fanno tanto irraggiare non sono difesi di sotto da quel vapore nè con ispecchi parabolici, nè con altro.

## § XV. Sopra il ghiaccio artificiale delle Indie.

Il Melloni si fa ripetitore di quello che fu tanto decantato circa quel ghiaccio artificiale che si ottiene di notte nelle pianure del Bengala, come prova di quel tanto irraggiamento notturno di calore che da Wells venne supposto per la spiegazione della rugiada. E nulla risponde allo sviluppo che ho dato di quell' argomento, senza irraggiamento notturno, nella Memoria del 1832, pag. 61 (e qui sopra a pag. 54-56), disipando anche quella illusione. Io dunque lo mando a fare quello che non ha mai fatto, cioè a rispondere.

Io quì accennerò una sola circostanza, che basta per tutto. Le operazioni che si fanno per ottenere il ghiaccio importano, che l'aqua nei vasi, isolata dal calore del terreno per mezzo di paglia e canne, si trovi appunto in quel primo straticello d'aria che le mie sperienze mostrarono più fredda di tutto (paragrafi VI. e VII).

Co'l solito errore di misurare la temperatura a piedi 5. 1/2 di altezza, supponendola uniforme sino a terrà (§ VIII.), si trovava superiore al gelo, cioè a 35° Fahr. Quindi le meraviglie che l'aqua in aria superiore al gelo si congelasse; quindi causa l'irraggiamento del calore dell'aqua. Ma, secondo le mie sperienze, se l'aria a piedi 5. 1/2 di altezza era a 35° Fahr., il primo straticello d'aria presso terra dovea essere sotto al gelo (§ VI). Sicchè la causa del fenomeno si trova nel freddo dell'aria, senza l'irraggiamento del calore dell'aqua.

Ma più: che s'inalzi alcun poco l'aqua da quel livello, la congelazione non avviene più, quantunque vi sia lo stesso aspetto celeste, e meglio, per l'irraggiamento. Dunque la causa della congelazione è in quel primo strato d'aria, e non nell'aspetto celeste. E la causa fu anche da me determinata.

Melloni non sa rispondere al fatto, che l'aqua elevata un poco sopra quel suo livello presso la superficie del suolo non si gela più. Si-sottrae co'l rimettersi *al dianzi esposto intorno alla cagione, per cui le fronde elevate delle piante arborescenti sono assai meno rugiadose delle foglie erbacee*; cioè a grande elevazione, dove molta sia l'aria, e poca la massa. Egli dunque suppone che l'aqua al Bengala, perchè non si congelasse, si dovesse alzare trenta o quaranta piedi dal suolo, per applicarvi la sua spiegazione delle frondi mancanti di rugiada. Ma invece basta inalzare quell' aqua di alcuni pollici dalla sua posizione essenziale al congelamento, perchè l'effetto più non avvenga. E pure a piccole altezze si troverebbe alle stesse condizioni di prima e rispetto alla massa d'aria, e riguardo all'aspetto celeste. Niuna di queste circostanze è dunque la causa del gelo. La causa è di trovarsi nel primo strato d'aria più freddo di tutto.

## § XVI. Causa della scarsezza di rugiada e brina su i metalli.

1.° Si vuole, secondo la ipotesi di Wells, che i metalli, come poco emittenti in confronto di altri corpi, quali sono il vetro, i vegetabili ec., si conservino di notte tanto caldi da non ridurre l'aria in contatto al di sotto del termine di saturazione.

Ma pure si bagnano di rugiada, benchè meno di quegli altri corpi: ed anche gli spigoli dei metalli si forniscono d'inverno di brina abondantemente.

Quando anche i metalli si bagnano di rugiada, poca o molta che sia, si raffredderebbero essi pure, secondo la ipotesi, al di sotto del termine di saturazione dell'aria.

Dunque ecco la contradizione di chi sostiene la ipotesi. I metalli si raffreddano sotto quel termine per la quantità di rugiada che contengono, e non si raffreddano sotto quel termine per la rugiada che loro manca in confronto di altri corpi. Sarebbero freddi e non-freddi nello stesso tempo sotto quel termine.

In quanto poi all'abondante quantità di brina che si attacca agli spigoli anche dei metalli, converrebbe supporre, secondo la ipotesi, che gli spigoli contraessero una temperatura di molti e molti gradi inferiore a quella del rimanente della massa: assurdo massimo, trattandosi di buoni conduttori.

2.° Con molti esperimenti ho determinata la vera causa della scarsezza di rugiada e brina alle superficie liscie dei metalli, eccettuati gli spigoli. Le mie sperienze fatte negl'inverni degli anni 1826. 1831. 1832, in parte anche publicate negli *Annali delle Scienze ec.* del 1831, pag. 203 - 205, e quì sopra a pag. 16. 17, le ho poi raccolte in una Memoria inserita nel Tom. XXII. della Società Italiana delle Scienze, e posta quì sopra a pag. 125 e seg. Ecco i principali risultati relativi all'oggetto presente.

« In una capsula di metallo la neve cominciava a fondersi di sotto a — 2° circa; ed a — 1° dopo qual-
» che tempo si riduceva liquida. Al contrario in una capsula di vetro sussisteva a lungo gelata anche fino
» a + 1°. 1/2. »

« La temperatura della neve, esplorata con un termometro, essendo a più gradi sotto lo zero, per esem-
» pio — 3°, io vi poneva a raffreddare egualmente un piccolo mortajo di vetro co'l suo pistello, ed un pic-
» colo cucchiajo o d'argento o di ferro, forniti di manico di legno..... Indi prendendo della neve, e collo-
» candola nel mortajo, la polverizzava assai fina. Così ridotta la sparpagliava leggermente, o sia a piccole
» dosi ed a molecole disgiunte, sopra dischi di varj metalli del diametro di 9 centímetri, e sopra altri dischi
» eguali di vetro, di resina, di ágata e di legno. »

« Le temperature dell'aria, segnate da un termometro presso ai dischi, erano nei varj esperimenti 0°;
» — 1°; — 1°, 5; — 2°; — 2°, 5. Prima di spargere la neve su i dischi io li lasciava esposti il tempo ne-
» cessario, onde acquistassero la temperatura dell'aria. La neve ch'io vi spargeva sopra era sempre di
» qualche grado più fredda, per esempio, come dissi, a — 3°. »

« Ecco i risultati d'un gran numero di esperimenti.... Sopra dischi di zinco, di ferro e di rame, a tutte
» quelle temperature, le minime molecole di neve si fondevano all'istante..... »

« Alla temperatura di 0° tutte le goccioline restavano liquide. Alle temperature di — 1°; — 1°, 5;
» — 2°; — 2°, 5, le più piccole che si erano fuse, restavano pur liquide; ma altre maggiori si congelavano
» di nuovo. Siccome aveano la forma lenticolare, restavano fuse al di sotto in contatto co'l metallo, e di so-
» pra erano gelate di nuovo; per lo che quelle lenticole erano anche facilmente mobili su lo stesso me-
» tallo..... Sopra dischi di zinco, di ferro e di rame la fusione era più pronta..... sopra dischi di stagno e di
» piombo era alquanto più tarda. Sopra un disco d'argento il ritardo era ancora maggiore. »

« Anche adoperando della brina, invece che neve polverizzata, come sopra, ottenni consimili effetti. »

« Mi è accaduto di vedere che da quelle gocciole gelate ed evaporate i dischi di rame, zinco e ferro
» aveano contratto evidenti macchie di ossido..... Se quei metalli fossero stati bagnati estesamente d'aqua
» invece che da minime molecole, non avrebbero contratta certamente una traccia così marcata di ossidazione.
» D'onde segue, che l'azione chimica di minime parti è in relazione più energica: il che combina con la
» energía che il sig. De-la-Rive attribuisce ai gas ed ai vapori, di sviluppare elettricità con le loro azioni
» chimiche su i metalli, nelle sue *Recherches sur la cause de la electricité voltaique*. Génève 1836, pag. 73. »

« Se i metalli aveano contratto un velame comunque leggerissimo di ossido per lunga esposizione al-
» l'aria, non avveniva su quei metalli la fusione dei bricioli di neve alle suindicate temperature, ma sol-
» tanto alla temperatura di 0°. »

« Togliendo al contrario dai metalli il leggero strato d'ossido, comunque invisibile, e rinovando la
» superficie, tosto divenivano atti a fondere prontamente anche a — 2°, 5 quei bricioli di neve. »

« Alle temperature di — 3°, — 4°, — 5°, i bricioli di neve non si fondevano nè pure su i metalli.
» Invece dentro un certo tempo sparivano, senza passare per lo stato liquido..... »

» Ho costantemente osservato che dai metalli la evaporazione delle molecole gelate era molto più sol-
» lecita che dagli altri corpi: il che era analogo alla fusione su i metalli, e non su gli altri corpi a tempe-
» rature un poco più elevate..... »

« Si vedrà qui sotto come dalla stessa azione delle suddette molecole su i metalli si sviluppasse anche
» elettricità. »

3.° Dopo questi fatti non è più problema la causa di scarsezza di rugiada e brina su i metalli in confronto di altri corpi. Le molecole o liquide o gelate di vapore, che toccano i metalli, esercitano un'azione chimica di ossidazione vie più energica secondo la loro esiguità; si fondono se sono gelate; e si volatilizzano, o gelate o liquide, più che al contatto di altri corpi. Nello stesso tempo si dà sviluppo di calore e di elettricità: cause queste certamente della loro fusione e della loro volatilizzazione.

Dunque la causa della scarsezza di rugiada o brina su i metalli è collegata co'i principj, ormai fatti conoscere dal sig. De-la-Rive, delle azioni minime di gas e vapori su i metalli per lo sviluppo di elettricità.

E diviene sempre più evidente essere un sogno la causa imaginata di calore dei metalli per difetto di irraggiamento, la quale involve la rimarcata contradizione (n.° 1).

4.° Il Bellani, a cui dispiace tutto quello ch'io facio anche in punto di osservazioni, e che tutto oppone e maligna per quanto può, ha voluto pur dire qualche cosa anche contro que'miei esperimenti. Ma in luogo di prenderne in esame il complesso, tutto concorrente alla mia conclusione, si è dato a malignare meschina-

mente un solo fatto isolato nel Fascicolo di Giugno 1842, pag. 304, del Giornale Majocchi. Dopo un corsivo, che riporta dalla mia prima Memoria, come se fosse il solo esperimento, mentre i miei furono molti e collegati fra loro, come sopra (n.° 3), ha soggiunto: *Bisognava collocare prima quei dischi sopra la neve a — 2°, 5°, per assicurarsi della loro temperatura, gettandovi poi sopra altra neve; nel qual caso non sarebbe succeduto il fenomeno, come io ho sperimentato.*

Gli rispondo in primo luogo, che non v'era bisogno di collocare i dischi su la neve per assicurarmi della loro temperatura; che bastava la lunga loro esposizione all'aria; e che io non cercava di ridurli alla temperatura della neve, che anzi era più bassa di — 2°, 5; come ho detto di sopra (num. 3).

Nella mia Risposta (*Annali ec.*, Bim. VI. 1842, e quì sopra a pag. 160) l'ho provocato a detagliare il suo preteso esperimento, come io avea fatto de' miei.

Nel Fascicolo di Maggio 1843 dello stesso Giornale, pag. 170, prima di passare al detaglio da me provocato, fece precorrere una falsa imputazione simile a quella che ho di sopra svelata (§ XII). E con questo preparativo passa al suo racconto. Rispondo prima a questo, poi risponderò alla nuova falsa imputazione.

Parla di un *angolo del suo giardino* e di una *matina d'inverno*, non si sa di qual anno, in cui ebbe la singolare fortuna che la neve fosse al di sotto di — 2°, 5, e che il freddo andasse diminuendo a suo comodo; nè dice qual fosse la temperatura della neve quando cominciò la osservazione.

*Quando vidi* (egli dice) *il termometro che toccava la neve segnare* — 2°, 5, *con un alquanto lungo e stretto pezzo di legno, che anch' esso era rimasto alla superficie di quella neve, ne prendeva di questa alcune briciole, che gettava su i dischi; e non mai mi accorsi di alcuna fusione, ritenendomi a debita distanza nell' osservare, onde non influire co 'l calore della mia persona e del mio alito.*

Noto in primo luogo, che si tratta di un effetto delicatissimo molecolare, tanto più facile da prodursi, quanto più piccole sono le particelle di neve.

Il suo operato fu contrario alla riuscita dell' esperimento. Co 'l suo *pezzo di legno alquanto lungo e stretto* egli non prendeva quella neve polverizzata assai fina, che io riduceva tale in un mortajo raffreddato (n.° 3). Nè poteva con quel bastone *sparpagliarla leggermente, o sia a piccole dosi e a molecole disgiunte,* come io faceva. Infatti egli parla di *briciole,* e non di *molecole disgiunte.* Quanto fossero disgiunte ed assai piccole le *minime molecole* ch' io spargeva, lo prova che fuse aveano la *forma lenticolare.* Del resto ognun vede con quanta facilità egli poteva co 'l suo lungo pezzo di legno deludere l'effetto de' miei esperimenti, gettando su i dischi metallici non *molecole,* ma alquanto notabili masse di neve, chiamandole poscia vagamente *briciole.*

Non vi poteva essere timore che il calore del mio alito e della mia persona influisse su l'effetto, perchè alla fusione succedeva nuova congelazione, parlando di molecole che non erano delle minime. Di più, io mi collocava sempre di rincontro al venticello od all'agitazione d'aria, che anche di giorno vi è quasi sempre: precauzione ben migliore di quella del lungo bastone del Bellani, il quale non gli lasciava punto discernere le cose da vicino.

D'altronde egli si è posto a combattere l'estremo termine di — 2°, 5 delle mie sperienze, e nulla degli altri termini — 0°; — 1°; — 1°, 5; — 2°; nei quali ho trovato lo stesso effetto.

Anzi soggiunge: *Ripetei la esperienza anche a minore temperatura, purchè sotto il termine della congelazione, e sempre con esito eguale.* Poteva risparmiare tale ripetizione, avendo io già detto che a — 3° cessava il fenomeno della fusione, succedendo quello della sollecita volatilizzazione.

Debbo aggiungere, che anche nel mio caso di vere *molecole* all'estremo termine de me assegnato di — 2°, 5 per la fusione, poteva questa trovarsi e non trovarsi con l'uso di termometri di sua costruzione, che ho usati; i quali ho trovati sempre varianti anche di mezzo grado da uno all'altro.

In fine i suoi *dischi di rame o di ottone,* dei quali non dà le dimensioni, non basta che fossero *ben forbiti,* com'egli dice. Se erano lungamente esposti all'aria, bisognava rinovare la superficie, perchè fossero atti all'effetto da me osservato (n.° 2).

La mia conclusione si è, che l'esperimento dal Bellani riferito non è comparabile nè opponibile, per le sue circostanze, a'miei numerosi che mi dimostrarono l'azione fondente e volatilizzante esercitata dai metalli in contatto di molecole d'aqua liquide e gelate, e dipendente da azione chimica con isviluppo di calore e di elettricità.

5.° Il Melloni esclama: *Come spiegare sopra tutto la differenza enorme tra le quantità di rugiada che si depongono su due lamine eguali e simultaneamente disposte, una di vetro, l'altra di metallo polito?*

Posta da canto quella enormità che non sussiste, e ch'è contradetta pienamente dal fatto riguardo

agli spigoli, alla sua esclamazione era risposto dalla mia Memoria del 1832, pag. 40-41 (e quì sopra a pag. 48-49), e dall'altra di sopra citata, inserita negli Atti della Società Italiana delle Scienze. Ripeto ancora, ch'egli ignora o disimula tutto quello ch'è stato scritto non solo da me, ma anche da altri nell'argomento della rugiada.

## § XVII. Il Bellani áltera di nuovo quello che ha scritto, poi ímputa me di averlo alterato.

Passo alla seconda imputazione premessa all'asserito esperimento con le *briciole* di neve.

Debbo prima ripetere il suo passo nel Fascicolo di Giugno 1842, pag. 304 del Giornale di Majocchi, dove parlando del mio esperimento di gettare molecole di neve sopra un metallo a — 2°, 5, ha detto: *Bisognava collocare prima quei dischi sopra la neve a — 2°, 5, per assicurarsi della loro temperatura, gettandovi poi sopra altra neve; nel qual caso non sarebbe succeduto il fenomeno, come io ho sperimentato.*

Io trascrissi *ad literam* quel passo nella mia Risposta (*Annali* 1842, Bim. VI. pag. 289, e quì sopra a pag. 160), invitandolo a detagliare il suo preteso esperimento; il che ha fatto nel Fascicolo di Maggio 1843, come ho analizzato (§ XVI). Ma nello stesso tempo disse (pag. 170): *essendomi contentato di dire;* e passa a scrivere con asterischi il seguente brano, dandolo, con quella premessa, identico a quello del Fascicolo di Giugno 1842: *Bisognava collocare prima quei dischi sopra la neve, per assicurarsi della loro temperatura, gettandovi poi altra neve anch'essa perfettamente gelata, siccome io feci senz'aver potuto osservare quella fusione sotto il termine del ghiaccio.* E súbito dopo soggiunge: *Il sig. Fusinieri mi scambia al solito alquanto le parole, alterandone il senso, perchè mi fa dire:* GETTANDOVI SOPRA ALTRA NEVE; NEL QUAL CASO NON SAREBBE SUCCEDUTO IL FENÒMENO, COME IO HO SPERIMENTATO.

La questione è dunque: se nel Fascicolo di Giugno 1842, pag. 304-305, abbia dette queste ultime parole, o se invece siasi contentato di dire: *gettandovi poi altra neve anch'essa perfettamente gelata, siccome io feci senz'aver potuto osservare quella fusione sotto il termine del ghiaccio.*

Il Fascicolo che possedo di Giugno 1842, conforme a quello del Gabinetto di lettura di Vicenza, in luogo di contenere queste, contiene le altre precise parole suddette, che il Bellani condanna come non sue nel Fascicolo di Maggio 1843, pag. 170. Dunque egli mi ha calunniato per la seconda volta (§ XII.) quando ha detto: *il sig. Fusinieri mi scambia, come al solito, alquanto le parole, alterandone il senso.*

Cosicchè io sono ridotto con lui a questa condizione: che se non trascrivo i suoi passi, mi rinfaccia di tacere quello che serve di schiarimento (§ XII.), per quanto sia inconcludente; e se li trascrivo, m'ímputa falsamente d'averli alterati: per modo che non vi è mezzo di sfuggire a'suoi dardi calunniosi. Se nulla rispondessi, allora m'imputerebbe d'essere convertito dalle sue ragioni.

Ricorderò infine, riguardo al Bellani, quello che fui costretto dire in fine dell'Appendice II. *Sopra la causa della rugiada,* a pag. 342 degli *Annali* 1835, Bim. VI. (vedi quì sopra a pag. 95), e che mostra qual fu sempre con me il suo costume. « Ho anche a lagnarmi che alle volte egli mi fa dire quello » che non ho mai detto, ed áltera le mie parole. Per esempio, oltre il caso quì sopra riferito circa i me» talli, che si trova a pag. 78, vuole far credere a' suoi lettori, contro verità, ch'io mi sia in parte » ritrattato nel mio scritto in questi Annali dell'anno 1833, pag. 365 (e quì sopra a pag. 72), ove » ho parlato delle vane sperienze fatte alle Cordigliere da un Fisico francese circa l'irraggiamento not» turno del calore. Chi volesse riscontrare quel mio scritto, troverà se in nulla io mi sia ritrattato, » e quanto sia falsa l'asserzione del Bellani. Così alla pag. 94 trovo che co'l suo terzo corsivo ha alte» rato quanto ho detto a pag. 79 della mia prima Appendice; e, per coronar l'opera sua, usa anche equí» voche citazioni delle mie Memorie, come a pag. 81, togliendo così ai lettori, che lo volessero, il riscontro » delle medesime. ».

## § XVIII. Sopra il riscaldamento improviso che di notte produce la comparsa delle nubi.

Ho sviluppato questo argomento nella Memoria del 1832, pag. 83 (e quì sopra a 57); e Melloni ne sfugge l'incontro come in tutto il resto. Wells e gli altri dicevano che la comparsa delle nubi impedisce o sospende la formazione della rugiada, perchè le nubi impediscono l'irraggiamento negli spazj celesti, e quindi il raffreddamento dei corpi. Ma l'impedito irraggiamento non farebbe altro effetto che rendere stazionaria la temperatura degli stessi corpi. Invece è di fatto che la comparsa delle nubi riscalda l'aria presso al suolo

e di sopra, e la riscalda prontamente dal primo istante fino ad alcuni minuti: il che essendo inesplicabile con la ipotesi di Wells, è uno dei tanti fatti che la distrugge. Dico *inesplicabile*, perchè non si può ammettere che le nubi mandino giù calor proprio raggiante, pe' i fatti e per le circostanze che passo ad accennare.

Il primo è, che la comparsa delle nubi riscalda l'aria, e non il terreno, nè pure nel primo strato superficiale, comunque sottile; mentre sarebbe il primo riscaldato da un calore raggiante che venisse dalle nubi. Ciò che riscalda l'aria, e non il terreno, è il vapore dello stesso terreno che ascende, come si vedrà quì sotto.

Il secondo fatto è, che alla comparsa delle nubi si riscalda l'aria più a basso presso il suolo, che ad alcuni piedi d'altezza; sicchè si genera una degradazione di calore dal basso in alto, ch'è precisamente l'inverso della degradazione di freddo dal basso in alto quando il cielo è sereno.

Questi due fatti risultano da antiche sperienze di Wilson e da mie proprie, esposte nel citato Articolo del 1832, pag. 63, e quì sopra a pag. 57, ed anche da altre mie sperienze indicate nell'Appendice *Sopra la causa della rugiada* in quell'anno, pag. 305, e quì sopra a pag. 65.

Fra le sperienze v'è anche questa, che un termometro alto da terra un pollice, sotto una campana di vetro, alla comparsa delle nubi si riscaldava tanto prontamente, come altri termometri scoperti.

Tutto si spiega facilmente co'l calore del vapore uscito dal terreno e tratenuto; nulla co'l supposto irraggiamento. Infatti è impossibile che raggi di calore di sorgenti oscure e di basse temperature, come sono alla notte, trapassino il vetro con quella prontezza.

Un mio sperimento fatto con un'ombrella, e riferito nella suddetta Appendice (pag. 305, e quì sopra a pag. 65), ha svelata definitivamente la causa dei due fatti suddetti. Fu nella stessa occasione di avere osservata la prima formazione e la maggior copia di rugiada nella parte più bassa e più inviluppata d'erba, dov'era tolto il libero aspetto celeste; e di avere osservato che anche fra l'erba alta il massimo freddo è nel primo straticello d'aria a 2 e 7 pollici dalla superficie del terreno (§ X).

L'ombrella non avea calor proprio da irraggiare in giù, più che non avessero l'aria ed i corpi; perchè era stata lasciata raffreddare com'essi in quella notte con lunga esposizione. E pure nella serie dei quattro termometri (uno in fondo dell'erba a contatto su'l suolo; altri due a quelle altezze di 2 e 7 pollici; un quarto a livello delle cime dell'erba, alta un piede e mezzo), coprendo con l'ombrella, era prontissimo il riscaldamento con le seguenti circostanze.

1.° Il riscaldamento era maggiore secondo la vicinanza al suolo.

2.° Togliendo l'ombrella, era egualmente pronto il raffreddamento con la riproduzione del solito ordine inverso a cielo sereno, cioè co'l maggior freddo a basso che in alto.

Evidentissimamente gli effetti ottenuti con la ombrella erano dovuti al caldo vapore del terreno tratenuto di ascendere.

D'onde la causa della scarsezza di rugiada sotto gli alberi, e vie più secondo che sono frondosi: cioè il vapore impedito di ascendere riscalda l'aria sotto l'albero; e riscaldata l'aria, in quella specie di recinto, minore è la condensazione dello stesso vapore.

Effetti simili devono avere cause simili. Come ho detto a pag. 309 della stessa Appendice del 1832, e quì sopra a pag. 68, le nubi tratengono le intiere colonne di vapore sottoposto nella loro tendenza ascensiva; ed allora agisce per reazione dall'alto al basso, invece che dal basso in alto, la forza repulsiva fra le parti dello stesso vapore. Quindi anche minore diviene la evaporazione ulteriore.

Il Melloni domanda come con la dottrina del Fusinieri si spieghi *la debolissima precipitazione di rugiada che osservasi su le piante, quando dopo una giornata limpida e serena il cielo si annuvola in tempo di notte.* Egli avea la risposta in quel mio Articolo del 1832, pag. 63 (e quì sopra a pag. 52); e in quella mia Appendice, pag. 305 (e quì sopra a pag. 65). Ma sono appunto i fatti più decisivi ch'egli ignora o disimula.

Vi è il caso, contemplato anche dallo stesso Melloni, che in una notte da principio serena la comparsa delle nubi sospende la formazione ulteriore della rugiada, già formata sino a certa altezza. Le mie osservazioni relative a tale sospensione concorrono a vie più dimostrare l'errore della ipotesi di Wells, e la vera causa della rugiada nel vapore ascendente. Di fatto in due notti d'estate, prima serene e poi nuvolose, la rugiada su le piante non si è trovata che a nove piedi d'altezza nella prima notte, e a sei piedi nella seconda.

E in un terzo caso d'estate, in cui un leggero velo di nubi rendeva assai lenta la formazione della rugiada, è avvenuto che un'ora dopo essendosi il cielo coperto di più, restò sospesa la formazione della

25

rugiada in un momento ch'erano bagnate le superficie inferiori delle foglie di sorgo o formentone, e non ancora le superiori (*Annali ec.* del 1832, pag. 42, e quì sopra a pag. 51).

La sola Appendice del 1832, quì sopra citata, con la Tavola annessa (§ X), basta da sè sola a togliere l'inganno della illusoria ipotesi di Wells, e a dimostrare la vera causa della rugiada nel vapore del terreno co' i seguenti fatti capitali.

1.° Che si bagna di rugiada il terreno, trovato e confessato più caldo dell'aria soprastante.

2.° Ch'è più pronta e più copiosa la rugiada a basso nell'erba folta di un prato, dove non vi è libero aspetto celeste.

3.° Che anche fra quell'erba vi è uno strato d'aria, a poca distanza dal suolo, più freddo tanto del fondo dell'erba, quanto dell'aria superiore.

4.° Che tanto un coperchio da vicino, quanto le nubi operano prontamente un riscaldamento, non del suolo, ma dell'aria incumbente, in virtù del vapore terrestre tratenuto.

Chi abbandona tali semplicità per correre dietro alle ipotesi, non è altro che un ostinato; ed il Melloni, ch'è in questo numero, malissimo istruito dell'argomento che ha intrapreso a trattare, e in punto di fatto e in punto di erudizione, scavalcando tutte le mie Memorie, ha preteso imporre a' suoi lettori con ciarle superficiali, con la sua autorità, e con gli strapazzi verso di me.

## Su la sollecita scomparsa della neve attorno i vegetabili ed altri corpi per azione della luce da essi assorbita.

### § XIX. Risultati di mie osservazioni su questo proposito.

1.° Le mie osservazioni sono esposte in una Memoria inserita negli *Annali ec.* del 1838, pag. 38, e quì sopra a pag. 112. Ho detto che si tratta di effetti frequentissimi, ma non considerati dai Fisici di gabinetto. Il Melloni mi deride ch'io ne abbia scritto dopo *dodici anni di osservazioni e di esperienze*. Ho detto invece che ho cominciato nell'anno 1826, ed ho proseguito nei successivi, in tempi cioè di neve; e fu per avvertire della mia sicurezza su i fatti moltiplici che ho esposti. Ma ciò non importa *dodici anni di osservazioni e di esperienze,* per la ragione semplicissima, che il tempo della neve non è un anno, e che passano degli anni senza neve.

Del resto dodici e venti anni non sono mai troppi, quando si tratta di assicurarsi d'una moltitudine di verità di fatto non osservabili che per qualche tratto di tempo, e dipendenti da cause che non si trovano nelle teorie di gabinetto, come sono in gran parte i fenomeni meteorologici. Io lascio a Melloni e ad altri la presunzione di tutto spiegare con quello che si trova scritto finora nei libri; e lascio a lui la fretta d'imporre con sistemi d'imaginazione quanto troppo solleciti, altretanto caduchi.

2.° La neve si fonde al contatto dei corpi anche sotto lo zero, formando poi degli strati sottili di ghiaccio che la fa aderire ai corpi, massimamente ai metalli. In una capsula di ottone la neve si sgelava a — 1°, mentre in capsula di vetro resisteva anche a + 1°. 1/2. E si è veduto che il contatto di molecole di neve con metalli sviluppa un calore fondente e volatilizzante, ed anche della elettricità in virtù di azione chimica (vedi *Sopra la rugiada ec.*, § XVI., e quì sopra a pag. 190).

Per l'azione di contatto le fogliette secche si profondavano nella neve, formando delle fosse fino a terra, per quanto alta fosse la neve. Più di tutto una carta nera, meno di tutto una carta bianca. Dunque l'effetto è di luce assorbita.

3.° I corpi agiscono anche in distanza a struggere la neve. A misura che diminuisce la grossezza delle piante, l'effetto nasce proporzionalmente maggiore.

Attorno minuti steli di pochi millimetri di grossezza si formano fosse coniche con la base in alto ed anche molto profonde, fino a 19 centimetri, come dalle mie osservazioni.

Non ho trovato che al fondo di quelle cavità vi fosse aqua fusa. Nè ho mai veduto sgocciolare aqua nella scomparsa della neve attorno i corpi, se l'aria non era calda a bastanza; nel qual caso la fusione era generale, e non confinata attorno i corpi. Quindi si tratta di volatilizzazione della neve, più che di sua fusione.

Quella scomparsa di neve avviene di giorno, e non di notte. Di giorno anche a cielo coperto, benchè più lenta.

L'effetto non manca mai, se anche a cielo coperto si mantenga la temperatura dell'aria a più gradi sotto lo zero. Allora non vi è altra differenza che nel tempo. Anche questo mostra che si tratta di volatilizzazione della neve per azione della luce dai corpi assorbita.

La circostanza che steli e festuche minime formino attorno sè stessi vuoti proporzionalmente maggiori di quelli dei pali o grossi tronchi, mentre la temperatura dell'aria è di più gradi sotto lo zero, esclude assolutamente che l'effetto proceda da temperatura che l'aria abbia acquistata.

Se la neve è molto bassa, i vuoti attorno quelle piccole festuche procedono prestamente e per larghi spazj. Non è possibile che fra loro e la neve vi sia nell'aria interposta una temperatura diversa da quella dell'aria ambiente all'interno.

4.° Ho provato a piantare delle bacchette nella neve contenuta in alcuni vasi. Uno era scoperto, un altro coperto con campana di vetro, ed un terzo era coperto con una scatola annerita. Tutti e tre furono esposti ai raggi diretti del Sole. Nel primo le fosse attorno le bacchette erano più larghe che nel secondo, benchè sotto la campana vi fosse più calore accumulato. Nel terzo con coperchio opaco mancava la formazione e il progresso delle fosse attorno le bacchette.

Di notte attorno le bacchette non si formavano le fosse in una stanza, ove la temperatura era + 4° e + 5°. Si sgelava la neve al modo ordinario, come se non vi fossero le bacchette.

Dunque incontrastabilmente l'azione di fondere e volatilizzare la neve di giorno attorno le piante e gli steli è dovuta alla luce assorbita.

5.° Mentre attorno gli steli si formano le fosse coniche, sotto i loro rami inclinati si formano su la neve impressioni corrispondenti alle loro forme. Quì si tratta dunque di azione dei rami esercitata dall'alto al basso.

Così in corrispondenza sotto uno stelo inclinato si forma nella neve una fossa verticale che corrisponde alla sua figura, sempre molto più larga della grossezza dello stelo, e con progressiva dilatazione.

Gli steli più sottili si mostrano anche i più attivi; formano nella neve delle incisioni a guisa di fessure strette e profonde.

Le più piccole ramificazioni producono nella neve impronte corrispondenti. Ogni rametto di pianta erbacea ha la sua corrispondente fossetta. Sotto ogni pianta ombrellifera vi è una larga impressione corrispondente al suo fiore.

6.° Questo generale fenomeno distrugge qualunque supposizione di calore concepito dagli steli, e trasmesso all'aria interposta che sciolga la neve. Non è spiegabile se non con un irraggiamento, che porta, per così dire, la imagine del corpo raggiante, come fa la luce.

7.° Vi è poi l'azione a maggiori distanze dei rami degli alberi dall'alto al basso. La neve si logora, e poi svanisce. Diviene come spugnosa per la moltitudine delle impressioni ricevute, con delle cavità che proseguono ad allargarsi. È una complicazione, una mescolanza delle molte azioni delle foglie e dei rami.

Anche questo è inespicabile co'l mezzo di un calore qualunque dell'aria interposta, la quale agirebbe uniformemente su la superficie della neve. Inoltre si mescolerebbe sempre con l'aria laterale, nè potrebbe conservarsi più calda di questa. Tali effetti non ispiegansi se non co'l mezzo d'irraggiamenti.

In fine se l'aria si riscaldasse in contatto dei rami e delle foglie, ascenderebbe in luogo di discendere a produrre quelle impressioni. E se discendesse, si mescolerebbe con l'aria soggetta, nè potrebbe portare su la neve l'impressione del corpo chè l'avesse riscaldata.

8.° La neve si logora e sparisce sotto gli alberi prima a Mezzogiorno, poi più tardi verso Levante e Ponente, e in fine anco a Settentrione. Anche questo mostra due cose: l'una, che l'effetto procede dalla luce del Sole assorbita, d'onde è maggiore sotto i rami e le fronde che sono più percosse; l'altra, che non si tratta di calore d'aria interposta, la quale sotto l'ombra di un albero non ha diversa temperatura dall'essere più tosto verso Mezzodì, che verso Levante e Ponente.

9.° D'altronde la temperatura dell'aria è sempre minore sotto un albero, dove la neve sollecitamente sparisce, che allo scoperto. Ho collocato due termometri: uno sotto un ramo d'albero che agiva fortemente a distruggere la neve, alto un centímetro da questa; un altro allo scoperto, poco lontano, ad un centímetro dalla neve.

Il primo segnò + 2°, 5; il secondo + 4°. Ho ripetuto in altri casi l'esperimento; e sempre all'ombra, dove la neve veniva consumata, era meno caldo che allo scoperto.

10.° Ed al contrario sotto alberi poco frondosi, o in vicinanza ad uno stelo erbaceo, un termometro d'inverno viene percosso dai raggi diretti del Sole presso a poco come in altro sito qualunque; sicchè i due termometri sono d'accordo. E pure sotto quei rami anche rari, e attorno lo stelo, la neve riceve le solite impressioni che la fanno sparire, senza che il termometro per questo s'inalzi. Ecco un'altra prova che si tratta di azione d'un irraggiamento dei corpi che hanno assorbita la luce, al quale rimane insensibile l'aria fraposta.

11.° Dunque i risultati generali sono questi:

I. La scomparsa della neve dipende da un'azione dei corpi percossi dalla luce del Sole. Senza luce l'effetto non avviene.

II. La neve si volatilizza per quell'azione anche a temperature dell'aria di più gradi sotto lo zero.

III. L'effetto è d'irraggiamento dei corpi che assorbirono la luce, e non dell'aria interposta: il che mostrano vie più le singolari e distinte impressioni fatte su la neve, oltre la generalità dell'effetto.

IV. Anche la scomparsa, prima a Mezzogiorno, poi a Levante e Ponente, per ultimo a Settentrione, dimostra un irraggiamento procedente dagli alberi in virtù dei raggi assorbiti del Sole.

V. La temperatura dell'aria all'ombra, dove sparisce sollecitamente la neve, è minore che allo scoperto, dove la neve persiste.

VI. La temperatura dell'aria può essere eguale all'aperto e nei luoghi dov'è sollecita la scomparsa della neve, come nel caso di scarsi rami d'un arboscello spoglio d'inverno di fronde, o di piccoli steli, ec. Si tratta in somma di un'azione della luce non diretta, ma assorbita, e poi emessa. È un effetto da collocarsi fra i tanti misteriosi della luce che si vanno scoprendo ogni giorno, e dei quali non rende ragione nè Melloni con le sue teoríe, nè finora alcun altro.

## § XX. Sforzi del Melloni per dare ragione dell'effetto con la teoría comune del calore.

1.° Il Melloni nelle sue *Considerazioni* áltera o nasconde i fatti delle mie osservazioni. Egli mi attribuisce cinque proposizioni, con le quali mi fa parlare di *aria vicinissima allo zero del termometro*, mentre ho mostrato con gli sperimenti che il fenomeno avviene anche a più gradi sotto lo zero, con la sola differenza di tempo. Egli occulta tutti i fatti che dimostrano l'effetto procedente dai raggi di luce assorbiti dai corpi, e non dal solo calore; tutti i fatti che lo dimostrano procedente da un irraggiamento dei corpi, e non da un calore dell'aria fraposta; tutti i fatti che dimostrano la volatilizzazione della neve, più tosto che la sua fusione. Occulta infine che l'aria all'ombra, dove svanisce prestamente la neve, è più fredda che allo scoperto, dove la neve resiste all'azione dei raggi diretti.

Non considerando egli le circostanze essenziali del fenomeno, io non dovrei occuparmi delle sue vanità per la spiegazione: vanità che suppongono uno stato di cose contrario ai fatti. Pure ne farò alcuni cenni, per mostrare i sogni co'i quali presume d'imporre a chi non conosce le mie Memorie, e per mostrare le contradizioni in cui versa con sè stesso circa i principj che intende applicare all'argomento.

Avea prima convenuto nella *Bibliothèque Universelle*, Mai 1838, che volendo spiegare quella sollecita scomparsa della neve con la solita teoría, che considera il calore uno solo ed uniforme, si ammetterebbe un effetto maggiore dove la causa è minore.

Nell'atto di accordarlo voleva con la sua teoría che la neve, e in genere tutti i corpi bianchi, assorbissero in maggior copia i raggi di basse che di alte temperature. Per esempio, supposto 100 il calore dei raggi diretti del Sole, e che la neve ne assorba 10; se invece il calore emesso dalle piante e dai corpi percossi dai raggi del Sole sarà 25, e che di questi la neve ne assorbisse 20; sarebbe dunque più riscaldata all'ombra di quei corpi, di quello che dai raggi diretti del Sole.

Così in genere i corpi bianchi sarebbero più riscaldati da raggi di basse che di alte temperature, più all'ombra degli alberi che ai raggi del Sole: assurdo smentito dai termometri e dal fatto generale, che anche vestiti di bianco si sente più calore ai raggi diretti del Sole, che all'ombra di un albero.

Ultimamente essendo già sconfitto il suo sistema dall'assurdo in cui è caduto, che vi siano corpi

(come il sal-gemma coperto di nero-fumo) che trasmettano più quantità di calore di bassa che di alta temperatura della sorgente (§ I.), ha preso il partito di spiegare la sollecita scomparsa della neve con quel medesimo calore uniforme della ordinaria teoría, che co'l suo Articolo del 1838 avea riconosciuto inefficace.

Quindi sforzi sopra sforzi per provare che un corpo si riscalda più sotto un albero che all'aperto, anche senza bianca superficie: assurdo smentito dai termometri; assurdo sentito da chiunque si reca all'ombra di un albero per ristorarsi.

E dopo tanti sforzi ricorre di nuovo con le stesse considerazioni alla sua teoría, come nel 1838, per sostenere di nuovo che l'effetto della sollecita scomparsa dipende dalla bianchezza della neve. Con che versa in apertissima contradizione con sè stesso, e dà prova egli medesimo che alla spiegazione non è atta nè una teoría, nè l'altra.

2.° Ecco alcuni cenni sopra quanto il Melloni adduce per dare ragione dell'effetto con la solita teoría del calore uniforme.

Confesso che fino da'suoi primi passi io non trovo che oscurità, confusione e contradizioni co' i fatti e con sè stesso.

Prima pretende che l'effetto della sollecita scomparsa della neve avvenga quando il calore dell'atmosfera s'inalza a parecchi gradi sopra lo zero; e le mie osservazioni mostrano che avviene anche a più gradi sotto lo zero (§ XIX).

Poi vuole che i corpi comunichino per contatto o per radiazione il calore concepito dall'aria alla neve circostante; e in questo modo fa che almeno per un certo tempo i tronchi arborei sieno più freddi dell'aria: il che importerebbe che a contatto di quelli la neve si conservasse di più che allo scoperto; lo che è contro il fatto.

Poi fa che vi sia un calore crescente nei vegetabili, dopo aver fatto i grossi tronchi più freddi dell'aria, ed i minuti alla stessa temperatura.

E parla infine d'una somma di calore che non si comprende in che consista. Pare che voglia dire: calore dell'aria, più calore delle piante, fanno una somma maggiore che il solo calore dell'aria. Ma si tratta di temperatura d'equilibrio; ed egli stesso fece concepire alle piante il calore dell'aria. Quel cumulo è tanto assurdo, quanto è assurdo che un corpo, acquistando la temperatura dell'aria, divenga più caldo dell'aria stessa.

Invece della sua somma inconcepibile, bisogna fare questo calcolo: aria all'aperto, ed aria sotto le piante, riscaldate da venti sciroccali, ec. All'aperto raggi diretti, e attorno le piante, o di sotto, raggi assorbiti, e poi emessi.

Quando non voglia che sotto le piante, e persino attorno i sottilissimi steli d'erba, l'aria sia più calda che allo scoperto, il che non azzarda dire, abbiamo sempre al di fuori somma di calore maggiore, che sotto le piante.

Dunque tutte le sue parole nel proposito si risolvono in una vanità.

E in fatto chi non sa che all'ombra di un albero è meno caldo che allo scoperto sotto l'azione dei raggi diretti? Ed i termometri di confronto rispondono alla pretesa somma del Melloni (§ XIX).

Per ultimo egli cerca nel calore oscuro la causa del fenomeno, mentre il complesso dei fatti dimostra che il calore senza luce non opera l'effetto, il quale è proprio della luce assorbita (§ XIX).

Poi passa all'irraggiamento notturno della neve alla notte, e dichiara, contradittorio alle sue precedenze: *Anzi questo, e non altro, è la cagione dello struggimento precoce della neve sotto i rami superiori degli alberi ed arbusti.* Ecco le mie risposte.

Un sottilissimo stelo fa sparire la neve intorno a sè stesso, e vi produce profonde impressioni (§ XIX. n.° 3). Chi dirà che quella neve non abbia di notte lo stesso irraggiamento di altra neve lontana dallo stelo? Il piccolo stelo non può certamente impedirlo. Questo solo basta ad annichilare la seconda causa dal Melloni imaginata.

Poi vi è, che i raggi del Sole, i quali egli dimentica, e l'aria insieme dal Sole riscaldata, restituirebbero ben tosto di giorno alla neve scoperta tutto il calore che di notte avesse irraggiato; sicchè dovrebbe sciogliersi egualmente come l'altra vicina a piccoli steli e sotto gli alberi.

Poi vi è, che l'irraggiamento notturno, massimamente alle basse temperature notturne d'inverno, sarebbe sempre cosa tanto piccola da non portare una differenza sensibile (§ XIV). E vi è in contrario, che la neve conserva per tutta la notte, anche nel primissimo straticello superficiale, una tempe-

ratura maggiore di più gradi di quella dell'aria soprastante (§ III.), invece di raffreddarsi, come il Melloni suppone.

Infine è sempre dimostrato dal complesso dei fatti, che la scomparsa della neve procede dalla luce assorbita e dalla conseguente emissione dei corpi (§ XIX). Sicchè l'effetto è tutto della luce diurna, e nulla potrebbe influire ad impedirlo il supposto irraggiamento notturno di calore oscuro, qualunque fosse; trattandosi anche di fenomeno che avviene a più gradi sotto lo zero (§ XIX. n.° 3).

Finalmente il Melloni è obligato a ricorrere anche ai raggi solari. *Oltre il calore dell'aria* (egli dice), *anche quello dei raggi solari verrà a riscaldare i fusti dei vegetabili più o men presto, secondo il maggiore o minore loro diametro.*

Egli attribuisce l'effetto al calore dei raggi stessi; ed invece il calore senza luce non è atto all'effetto, come dimostrano i fatti ch'egli interamente sopprime (§ XIX.), perchè sono inconciliabili co' suoi sforzi di spiegazione co'l mezzo della teoría comune del calore, com'è al presente il suo primo proponimento. E di più, il calore concepito dai fusti sarà minore di quello dei raggi solari.

Egli parla di *riverberazione* di quei raggi dalla pianta su la neve, ed invece si tratta di assorbimento e di successiva emissione; come lo dimostra il complesso dei fenomeni di sopra riassunti (§ XIX.), e come egli stesso sostiene quando passa a spiegare l'effetto con la pretesa eterogeneità dei raggi di calore.

Esclude ogni sua spiegazione co'l calore dell'aria e con l'impedito irraggiamento notturno anche la circostanza, che la neve sparisce prima a Mezzogiorno, che alle altre parti sotto le piante; ed egli stesso lo riconosce quando passa ad usare, oltre il calore dell'aria, anche i raggi del Sole che percuotono le piante.

Ma co' i raggi di calore o riflessi o assorbiti, e poi emessi, egli non rende ragione del fenomeno; perchè sono sempre di minore quantità dei raggi diretti, ai quali resiste la neve lontana dalle piante ed altri corpi. Egli cadde nell'assurdo, che ha voluto schivare nel 1838, di far produrre da causa minore un effetto maggiore.

Si facia pure la somma dell'effetto di riflessione e di assorbimento con successiva emissione di calore, con quello dell'aria. Ma anche questa è più calda allo scoperto che sotto un albero, come dimostrano i termometri (§ XIX. n.° 9). Cosicchè all'ombra di un albero, dove appunto sparisce la neve, vi sono sempre due cause minori con effetto maggiore, secondo la comune teoría di calore. E attorno o sotto uno stelo sottile le due cause sono eguali, perchè ivi non v'è ombra. E pure la presenza di uno stelo fa distruggere la neve all'intorno, e sino a molta distanza.

È una vanità il dire che i sottili fusti vengono riscaldati più presto dai raggi del Sole. Avranno sempre una temperatura minore di quella dei raggi diretti. E posti al confronto dei tronchi o rami grossi, questi al confronto di notte pérdono minor calore. Sicchè non si vede qual vantaggio tragga il Melloni dalla sottigliezza degli steli per ispiegare con la teoría comune l'effetto maggiore del proporzionale (§ XIX).

D'altronde è impossibile che minuti steli abbiano temperatura differente da quella dell'aria in contatto con loro (§ XIII). Sicchè l'effetto di fare sparire la neve per volatilizzazione non dipende da temperatura, ma da un'azione speciale della luce solare assorbita, con susseguente emissione finora sfuggita agli sperimenti, come lo dimostra il complesso dei fenomeni (§ XIX).

Il Melloni dice che non occorre la mente di Galileo o di Newton per comprendere che la neve debba sciogliersi in maggior copia alla parte meridionale di un albero. Ma nè pure le menti di Galileo e del Newton comprenderebbero che il calore dell'aria e l'impedito irraggiamento notturno, che sono le due prime cause assegnate da Melloni al fenomeno, faciano sparire la neve più a Mezzogiorno che altrove. Io addussi il fatto della prima scomparsa a Mezzogiorno, poi a Levante e Ponente, e in fine a Settentrione, non come cosa difficile da comprendere, ma per mostrare vie più (§ XIX. 8.) che l'effetto procede da luce assorbita; e per mostrare insieme che l'effetto non procede da calore d'aria interposta, ma da un irraggiamento dall'alto al basso dei rami degli alberi, che assorbono i raggi solari. Nè io doveva per nessun conto omettere quel fatto importante, per quanto ne dica la malignità del Melloni.

Intanto per quel solo fatto egli deve abjurare le due prime cause imaginate di calore dell'aria e d'impedito irraggiamento notturno; perchè quel solo fatto dimostra che sono straniere al fenomeno, oltr'essere già per sè stesse inette, come ho analizzato.

In somma, tutti gli sforzi del Melloni per ispiegare con la teoría comune del calore la sollecita scomparsa della neve sono diretti a ripeterla da maggiore temperatura non solo sotto gli alberi, ma persino anche attorno e sotto sottilissimi steli, a cui soggiacia la neve in confronto di quella esposta ai raggi diretti

del Sole. E la maggiore temperatura sotto un albero che allo scoperto vi sarebbe, per le stesse cause assegnate, anche d'estate e in qualunque stagione. Maggior caldo sotto un albero, che al Sole! Bisogna tenere secreto questo principio del Melloni, per non esporre alla derisione del vulgo e dei contadini le teoríe fisiche di gabinetto.

## § XXI. Sforzi del Melloni per ispiegare la sollecita scomparsa della neve d'intorno ai corpi con la sua ipotesi di raggi eterogenei di calore.

1.° Dopo i suoi tentativi, fra loro incoerenti, di dare ragione del fenomeno con la teoría comune del calore uniforme, che avea riconosciuto inefficace nel 1838, ritorna con le stesse *Considerazioni* a cercarne la causa nella eterogeneità dei raggi di calore, o sia nelle loro supposte diverse qualità; e specialmente in quella parte della sua teoría, che attribuisce ai corpi bianchi una predilezione di assorbimento pe'i raggi di basse temperature.

Io non so come in una mente logica si possa dare un'associazione di quelle due teoríe. Quando il fenomeno fosse prodotto da un calore uniforme, non sarebbe più effetto speciale della bianchezza della neve assorbente con predilezione i raggi di basse temperature; e quando questo assorbimento fosse la vera causa, l'effetto non sarebbe più prodotto dal calore uniforme. Io non comprendo come il Melloni intenda evitare la contradizione.

Al suo Articolo del 1838 ho risposto ancora negli *Annali* dello stesso anno (vedi sopra a pag. 137) in due modi. Prima, perchè era infondato il suo sistema, tutto appoggiato a supposta proporzionalità fra l'intensità dei raggi calorifici percotenti la sua pila, e la quantità prodotta di effetto magnetico: principio che in séguito fu dimostrato falso da Draper (§ I). In secondo luogo perchè i fenomeni da me osservati dipendevano non da semplice calore, ma da luce insieme assorbita.

Ho rimarcato inoltre, che in tutte e tre le sperienze da lui addotte vi era assorbimento non solo di calore ma anche di luce; sicchè non erano che la riproduzione di quanto io avea osservato: con questo di più, che nella prima agiva, oltre il calore raggiante, anche il calore di contatto per mezzo dell'aria; e che nella seconda era arbitraria la supposizione d'intensità eguali di calore.

Invece d'incontrare questa mia Risposta, egli fa mostra di non conoscerla, benchè abbia avuto la stessa publicità dell'altra, che avea dato motivo alla sua spiegazione del 1838, e di quella che mostra di conoscere: *Insussistenza del sistema del sig. Macedonio Melloni, ec.* (§ I).

M'ímputa falsamente che in questa io abbia condannato anche le sue osservazioni; mentre ho detto: *ch'egli abbia fatte delle sperienze nuove ed interessanti, non v'ha dubio.*

In luogo di difendere le sue ipotesi contro i miei argomenti, massimamente quello addotto nell'ultima mia Memoria da lui stesso citata, che svelò il suo errore di supporre pe'l sal-gemma affumicato un passaggio di raggi meno intensi in tanta copia da produrre maggior calore dei raggi più intensi passati per la stessa sostanza (§ I.); in luogo, dico, di rispondere, è ricorso alle autorità di *Classici*, ch'egli non nomina, i quali abbiano ammesso nei loro Trattati il suo sistema; ed ímputa me, con la solita sua tracotanza, che la mia maniera di argomentare si trovi *quasi sempre in opposizione co'l raziocinio universale.*

Ma queste sono nude asserzioni che nulla concludono, e che sono dirette ad imporre e ad insultare, in luogo di convincere. Invece d'invocare il *raziocinio universale*, il quale nulla ha detto in proposito, dovea, se non altro, difendere, se poteva, la deduzione del suo sperimento co'l sal-gemma, che io co'l calcolo ho trovato erronea. Almeno dove si tratta di calcolo egli non troverà quelle tante logiche di cui parla, *secondo le composizioni e le alterazioni dei cervelli.*

In lunghe note aggiunte alle sue *Considerazioni* egli riproduce il suo sistema di *termocrosi*, co'l quale pretende creare una nuova scienza di *colori di calore;* e ancora in sostanza ripete, come nel 1838, parlando del calore dei raggi del Sole assorbito e poi emesso dalle piante, che *tutto quanto arriva di sì fatto calore su la neve esposta all'ombra non è più riverberato, come il calore diretto del Sole, ma assorbito ed impiegato a distrggere una data quantità di neve.* Ma e perchè questo? Perchè, secondo lui, *il complesso dei raggi calorifici del Sole è comparabile alla luce azurra, ed alla tinta azurra può del pari paragonarsi la termocrosi della neve..... Quanto al calore solare, che dopo di aver penetrato e riscaldato le piante esce raggiando, esso possede una termocrosi diversa, e quasi diremmo contraria a quella d'onde è investita la neve.*

In somma, senza tante ambagi, e senza termini greci di mezzo, egli intende questo: che la neve, a

causa della sua bianchezza, assorba più raggi di calore di basse che di alte temperature, tanto da riscaldarsi più con quelli che con questi.

Al che vi risponde quello che risulta da'miei esperimenti; cioè che nel caso dei corpi che fanno sparire la neve si tratta di assorbimento non di solo calore, ma di luce insieme, chè senza di questa l'effetto non avviene (§ XIX.); e che si tratta di un'azione volatilizzante, più che fondente, la quale si esercita anche a temperature sotto il gelo.

E la stessa circostanza d'assorbimento di luce vi era anche nelle sue tre sperienze addotte nel 1838, come ho rimarcato nella mia Risposta, che il Melloni disimula (*Annali ec.* del 1838, pag. 227, e qui sopra a pagina 137).

Ora poi aggiungo, che nella seconda di quelle sperienze vi era lo stesso errore di deduzione, nel quale è incorso co'l suo sperimento di trasmissione pe'l sal-gemma affumicato, e che ho dimostrato co'l teorema di sopra riportato (§ I). Sicchè forse per questo il Melloni ripete nelle sue *Considerazioni* soltanto la terza di quelle sperienze, per provare che la neve, come bianca, assorba più raggi di un metallo riscaldato a 400°, che quelli di una lampada all'Argant. Ho già rimarcato che il metallo riscaldato da una fiamma era nel caso di luce assorbita insieme con calore.

Ma nel riferire di nuovo il suo sperimento, il Melloni vi fa un'aggiunta, che non vi era nella prima relazione (*Bibliothèque Universelle,* 1838, pag. 154). Al presente dice d'avere interposta *una grossa lamina di vetro* fra la sorgente di calore e la neve: nè dice che questa sia una novità posteriore, rifacendo l'esperimento. Qualunque sia il motivo di tale aggiunta, che l'autore non dichiara, intanto è certo che il suo esperimento è riferito in due modi essenzialmente diversi, e che questo non è mezzo d'inspirare fiducia.

## § XXII. Esperimenti con termometri imbianchiti con carbonato di piombo, fatti ai raggi diretti del Sole e all'ombra degli alberi.

Se il Melloni volea provare che la neve, a causa della sua bianchezza, si fonde attorno e sotto le piante per maggior calore che acquisti dai raggi di calore prima assorbiti e poi emessi, di quello che dai raggi diretti del Sole; e perchè non fare a dirittura, senza tante ambagi e senza tanta complicazione di apparecchi, un confronto di termometri imbianchiti, esposti ai raggi diretti del Sole e sotto le piante? — In vero è inconcepibile che un sottilissimo stelo erbaçeo emetta tanto calore proprio da fondere la neve all'intorno per un raggio di 4 o 5 centímetri; mentre esso non può nè concepire nè conservare, a causa della sua esilità, una temperatura diversa da quella dell'aria ambiente (§ XIII). Ma pure Melloni dovea almeno all'ombra di un albero mettere a cimento la sua teoría. Ed anche senza termometri potea vestirsi di bianco, e andare a provare in un bel giorno di Luglio, se sente maggior calore sotto i raggi cocenti del Sole, o sotto un albero frondoso. Massimamente se ha contratta la delicatezza dei gabinetti, saría ben tosto fuggito all'ombra per ristorarsi, ad onta della sua ipotesi.

Io già prevedeva superfluo l'esperimento di confronto con termometri. Ma l'ho fatto vedendo la di lui franchezza nelle sue Note aggiunte alle *Considerazioni*, che *i pannilini ed altre stoffe candide, la carta, il gesso, il bianco dei muri, hanno essi pure, come la neve, una termocrosi* (colore di calore) *simile a quella del Sole, e però si riscaldano poco sotto l'azione della sua radiazione.*

In un giorno del mese d'Agosto di quest'anno, ch'era sereno, ho collocato due termometri co'i bulbi imbianchiti con carbonato di piombo, egualmente distanti dal suolo, in un prato, uno all'ombra di un albero, l'altro in luogo scoperto ai raggi diretti del Sole, e per più di mezz'ora. Il primo segnò dai 19°. 1/2 ai 20°; il secondo dai 22° ai 24°. 1/2. Sembrandomi che su'l secondo avesse dovuto influire il calore concepito dal terreno, ho ripetuto l'esperimento in altra matina dello stesso mese co'i due termometri alti 90 centímetri dall'erba. Il termometro imbianchito, ch'era all'ombra dell'albero, segnò dai 18° ai 19°. 1/2, secondo che si alzava il Sole; e l'altro pure imbianchito, ch'era al Sole, variò dai 19° ai 21°. 1/2. A lato di ciascuno e alle stesse altezze vi era un altro termometro nudo. Quello all'ombra variò dai 18°. 2/3 ai 20°; l'altro al Sole dai 19°. 1/2 ai 22°. Dunque è falso che la neve sotto gli alberi concepisca, in causa della sua bianchezza, maggior calore fondente che allo scoperto.

Questo errore da un canto, e l'altro che il sal-gemma coperto di nero-fumo trasmetta, in tanta maggior

copia da produrre maggior calore, raggi d'intensità minore, che raggi d'intensità maggiore, mi pare che bastino a fissare il destino delle ipotesi del sig. Melloni.

## § XXIII. Azione diseccante degli alberi su l'erba corta, simile a quella che fa svanire la neve.

A dimostrar falso che la bianchezza della neve sia causa della sollecita sua scomparsa, bastava il fatto simile del diseccarsi della piota sotto l'ombra degli alberi in caso di siccità; perchè qui si tratta di verde, e non di bianco. Così in una mia Memoria negli *Annali ec.* del 1841, pag. 119, e qui sopra a pag. 151.

Io parlai d'erba di recente tagliata, perchè su l'erba lunga non mi è accaduto di osservare il fenomeno. Io parlai del caso di siccità, perchè, fuori di questo caso, *non vi è differenza notabile dai luoghi scoperti*, come ho detto nella Memoria.

Il Melloni nelle *Considerazioni ec.* parla dell'erba in genere, lunga o corta che sia, e suppone la differenza costante anche senza siccità. Egli dunque comincia con un errore di fatto.

Ecco le circostanze del fenomeno descritte in quella Memoria.

*Quelle macchie di seccume erano lunghi e larghi spazj sotto gli alberi, precisamente verso le posizioni del Sole nelle ore meridiane; andavano restringendosi verso Levante e Ponente, e verso Settentrione mancavano del tutto, od erano ristrettissime.*

*Quanto più frondosi erano gli alberi, più estese erano quelle macchie giallo-biancastre, verso il Sole, di erba che parea distrutta. Insieme sotto i piccoli alberi anche con poche fronde l'effetto era maggiore del proporzionale.*

Dunque due cose: erba secca all'ombra, e verde al Sole; verso Mezzogiorno molto più che a Levante e Ponente; e quasi niente a Settentrione.

Il caso è simile a quello della scomparsa della neve, di cui sopra (§ XIX). Stando alle teorie del calore, l'effetto sarebbe maggiore dove la causa è minore; cioè all'ombra in confronto dei raggi diretti. Nè può venire in soccorso la ipotesi di Melloni, perchè manca la bianchezza. La circostanza poi, che l'effetto primo e massimo è al Mezzogiorno dell'ombra della pianta, prova che si tratta di un irraggiamento dell'albero dall'alto al basso, là appunto dove rami e fronde sono più percossi dai raggi del Sole: precisamente come nel caso della scomparsa della neve.

In quel caso è dimostrato che l'azione delle piante o dei corpi in genere procede da assorbimento non solo del calore, ma anche della luce, e che questa è necessaria; ed è dimostrato che l'effetto è di volatilizzazione dell'aqua gelata, più che di fusione (§ XIX). Qual meraviglia dunque che anche in altre stagioni gli alberi che assorbono calore e luce del Sole faciano volatilizzare l'aqua del terreno e dei vegetabili, più di quello che avvenga sotto l'azione dei raggi diretti?

Melloni accordò nelle *Considerazioni ec.* che la scomparsa della neve prima al lato meridionale procede dall'albero percosso dai raggi solari. Egli dunque non può contendere che anche il seccare dell'erba verso il Mezzogiorno della pianta non proceda da azione simile dell'albero.

Ciò posto, vediamo com'egli risponda nel caso dell'erba, dove non vi è la sognata causa di bianchezza della neve. Egli non sa dir altro, se non che sotto le piante manca la rugiada notturna. Se questa fosse la causa, sarebbe uniforme per tutte le parti dell'erba sotto la pianta, e non esclusiva per le parti meridionali. Dunque la causa è falsa.

Ma è falsa anche per altre ragioni. Poniamo pure per un momento che la causa della rugiada sia quella di Wells, cioè precipitazione di aqua dall'aria. Alla notte manca sotto le piante, e vi è allo scoperto. Ma allo scoperto il Sole surto dall'orizonte la fa svanire dalla piota in breve tempo. Ecco allora la piota scoperta ridotta alla stessa condizione di quella sotto l'albero. E pe'l resto della giornata, ch'è ben lungo, i raggi diretti agiscono fortemente a diseccare la piota scoperta, mentre quella sotto l'albero è difesa dall'ombra. Dunque la mancanza di rugiada notturna non può essere causa del diseccamento invece dell'erba sotto l'albero.

Il Melloni con la sua spiegazione si dimentica niente meno che l'azione dei raggi diretti del Sole su l'erba scoperta per tutta la giornata, ed omette che l'azione di cui si tratta è quasi esclusiva a Mezzogiorno delle piante.

Ma già è una chimera quella precipitazione d'aqua dall'aria. Dipendendo invece la rugiada dal vapore che ascende dal terreno, ed essendo impedito di ascendere sotto gli alberi (§ XVIII.), sotto que-

sti anche di notte, oltrechè di giorno, si conserva nel terreno maggiore umidità, che allo scoperto. Dunque non c'entra la rugiada.

Pe'l fatto dunque l'erba si disecca di più, in caso di siccità, là appunto dove, e per causa notturna e per causa diurna, dovrebbe il terreno essere meno spoglio di umidità. Ma il diseccamento maggiore procede invece dall'azione dei rami, come nel caso di fare sparire la neve, che hanno assorbito luce e calore insieme dai raggi del Sole; d'onde il maggiore effetto sotto l'ombra a Mezzogiorno, come si vide.

Anche Bellani nel Giornale Majocchi, Giugno 1842, pag. 171, era ricorso alla mancanza della rugiada di Wells sotto gli alberi, per ispiegare il seccume della piota alla loro ombra, dimenticandosi ch'egli accordò a quella piota il vapore notturno ascendente dal terreno (§ III. n.° 2.), il quale dagli alberi è tratenuto a guadagno invece che a perdita della piota (§ XVIII). Neppur egli ha considerato, come fece il Melloni, nè la posizione meridionale del seccume, nè l'azione dei raggi diretti del Sole su la piota scoperta: cose tutte che distruggono quella spiegazione, ed altre da lui soggiunte (ma dal Melloni non imaginate), come gli ho risposto negli *Annali ec.* del 1842, Bimestre IV., e quì sopra a pag. 160.

Nel Fascicolo di Giugno 1843 senza rispondere, come al solito, alle mie risoluzioni, non ha fatto che riprodurre le vanità dell'identico Articolo, per venire poscia in campo con lunga serie di Dizionarj e di passi di Dante a provare che *uggia* vuol dire ombra degli alberi; e per concludere così, che su'l fenomeno da me descritto, qualche cenno fosse già stampato: il che, se anche fosse vero, non sarebbe la publicazione del fenomeno nelle sue vere circostanze.

Del resto io addussi il caso dell'erba per provare che la scomparsa della neve non dipende da sua bianchezza; e mi viene opposto tanto da Melloni, quanto da Bellani, che il caso dell'erba era conosciuto. Tal è la logica di questi signori.

Ma il Bellani, in mezzo a quella sua vanità, ha voluto darmi un'altra imputazione. Egli mi avea detto nel suo Articolo di Giugno 1842, pag. 304: *per cui deriva quell'effetto detto* UGGIA, *conosciuto da tutti gli agricoltori.* Gli ho risposto nel Bim. VI. 1842 degli *Annali*: *nessuno ne ha parlato con le stampe;* ed ho poste in corsivo le sue parole *conosciuto da tutti gli agricoltori*, ch'erano quelle a cui io volea rispondere. Ed egli nel Fascicolo di Maggio 1843, pag. 172: « Ma il Fusinieri, secondo il solito, tralasciò, ripetendo le mie parole, di aggiungere: *per cui ne deriva quell'effetto detto* UGGIA. » Nulla importava a me quel suo *uggia*, ed ho risposto soltanto al fatto da me non conteso, che l'effetto fosse noto agli agricultori. Si sa bene che si trascrive soltanto quello a cui si vuole rispondere. Il suo *secondo il solito* appartiene a quel linguaggio calunnioso che ho di sopra smentito, mostrando ch'egli áltera i suoi detti, e poi ímputa me di averli alterati (§ XII. XVII).

In quanto a Melloni, io non risponderò che ad una sola delle sue personalità, vomitate dall'ira sua in alto seggio, parlando di sè sempre in plurale. Egli stampa una lista di nomi d'autori, accusandomi ch'io abbia scritto contro di loro anche con termini improprj. In ciò ha imitato un altro che comparve a spargere un suo scritto maligno contro di me fra i Dotti del Congresso di Padova, dove anzi non fece altro che questo. Ecco le mie risposte.

Nella lista del Melloni vi sono dei nomi, co'i quali io non sono mai stato in opposizione; cosicchè fu dettata da spirito di falsità.

Nella lista egli comprende alcuni aggressori, dai quali mi sono difeso debellandoli; sicchè egli mi fa colpa delle mie difese, e d'avere avuto ragione di difendermi.

Fra i nomi ve ne sono molti che ho dovuto nominare come seguaci di Wells su la causa della rugiada (§ VIII.); ed egli mi fa colpa d'avere sostenuto contro di loro che quella ipotesi è falsa.

Come Direttore d'un Giornale, ho reso conto con libertà di raziocinio di quanto usciva di nuovo alla luce; ed egli mi fa colpa di non essere stato adulatore.

Omette di nominare tutti quelli co'i quali sono stato d'accordo con la stessa libertà di raziocinio, e che ho lodati.

Per darmi delle accuse non basta dire che io abbia scritto contro il tale o tal altro; bisogna anche provare che io abbia avuto torto.

In fine è falso che io abbia adoperati termini improprj e mal collocati, com'egli m'ímputa.

Dopo queste mie Risposte non ho riguardo di dirgli, che la superbia e la fantasticheria degradano

i meriti scientifici; e che in fine del conto, se i Commissarj dell' Academia di Parigi approvarono le sue sperienze, non approvarono i suoi *colori di calore,* avendo essi formato un altro sistema teorico con l'applicazione del calcolo (§ I.); sicchè non è vero quel generale consentimento di *Classici* ch' egli vanta, e su 'l quale fonda tanta sua presunzione.

---

## Nuove sperienze di confronto fra il calore che concepiscono i corpi bianchi esposti ai raggi diretti del Sole, e quello che concepiscono essendo ombreggiati; in aggiunta al § XXII. dell'Appendice ai Bim. V. e VI. 1844 degli *Annali delle Scienze ec.* Del Dott. AMBROGIO FUSINIERI.

---

1.° Con le analisi che ho fatte a più riprese delle ipotesi del sig. Macedonio Melloni su 'l calore raggiante, secondo che uscirono alla luce, è risultato quanto ho esposto nell'Articolo circa la *insussistenza* del suo sistema, inserito nel Bim. V. 1841 degli *Annali delle Scienze ec.* e qui sotto, del quale premetto un sunto, che fa comprendere la importanza delle nuove sperienze che sono per esporre, fatte co' i corpi bianchi.

2.° Per misurare le diverse intensità dei raggi di calore il sig. Melloni adoperò in luogo di termometri la pila termo-elettrica, supponendo gratuitamente che l'effetto magnetico in quella prodotto di deviazione dell' ago del galvanometro sia proporzionale alla intensità dei raggi calorifici che giungono alla pila. Io prima ho mostrato la insussistenza di quella supposizione, anche a fronte di esperimenti che furono addotti per provarla dopo averla tanto adoperata nelle deduzioni; e finalmente il sig. Draper venne a provare sperimentalmente che quella proposizione è falsa.

3.° Con esperienze delicatissime, ch' esigono una infinità di precauzioni per giungere a risultati di quantità meritevoli di fiducia, il sig. Melloni con la pila termo-elettrica intende di avere trovato che le quantità di deviazione del galvanometro variavano, poste le altre cose eguali, o al variare delle sostanze trasmittenti i raggi calorifici, posta la stessa sorgente; o al variare delle sorgenti, posta la stessa sostanza trasmittente; o al variare anche di una seconda sostanza trasmittente fraposta fra la prima e la sorgente.

Da questi fatti, che si possono spiegare co 'l mezzo delle varie sostanze trasportate dai raggi di calore o dalla sorgente o dai diversi mezzi trapassati, come avviene nelle correnti elettriche, e come ho trovato anche co' i raggi di calore del ferro arroventato (*Annali ec.* 1834, pag. 218, e Vol. I. pag. 267, e Vol. II. pagina 4); da questi fatti, dico, e con la supposta proporzionalità fra i segni del galvanometro e la intensità dei raggi calorifici, il sig. Melloni ha invece concluso diverse proporzioni di quantità di calore; e dalle diverse quantità di calore ha dedotto un suo sistema di diverse qualità di raggi calorifici, imaginando che tutti quei fenomeni procedano da una eterogeneità di raggi, consimile a quella dei raggi della luce. Qui è subentrata la fantasía alle regole logiche, le quali non ammettono che legitime e necessarie conseguenze, dove si tratta di scienza. E appunto perchè si tratta di fantasía, e non di legitime o necessarie conseguenze dei fatti, è andato discorde co 'l suo sistema da un altro sistema creato invece su i medesimi fatti dai Commissarj dell'Academia di Parigi, incaricati di esaminare le sue sperienze: sistema che hanno corredato di un' applicazione di calcolo, il quale già si presta a qualunque astrazione, e non prova la verità delle supposizioni fisiche che vengono assunte come basi.

Qualità differenti di calore senza nessuna idéa di tali qualità e delle loro differenze, era per sè stesso un principio antilogico, un suono di parole senza significato. E mentre le diverse qualità ignote ed occulte erano dedotte dalle diverse quantità, sotto quantità eguali erano ancora supposte le qualità diverse.

Il calore non si conosce che per una forza dilatatrice dei corpi, la quale per sè stessa è una sola, e non differisce che di quantità.

Il paragone che vi siano raggi di luce eterogenei nulla prova, perchè quelli sono sensibili, e della supposta eterogeneità dei raggi di calore non vi è idéa alcuna. Di più il calore, oltrechè allo stato raggiante co-

me la luce, esiste pure in altri stati, pe' i quali alla luce non è comparabile; come quello di calorico latente, di calorico specifico, di calorico trasmissibile per conduzione e per contatto. Con le introdotte eterogeneità il calore non sarebbe più misurabile co' i termometri. In forza di questo assurdo Melloni ha dovuto accordare che il calore comunicabile da parte a parte dei corpi, e che produce la rarefazione, o sia la elevazione di temperatura dei corpi, è necessariamente omogeneo. Ecco dunque il sistema ridotto contradittorio. Non può un calore omogeneo divenire eterogeneo pe 'l suo passaggio da uno stato all'altro. Del calorico latente poi, che nè pur questo è eterogeneo, il Melloni non parla punto, come non esistesse. Questa lacuna basta a mostrare quanto sia fantastico il sistema.

4.° Contro la ipotesi, che la maggiore o minore trasmissione dei raggi calorifici per le sostanze diafane dipenda da ignote loro qualità diverse, stava il fatto notorio, che i raggi di calore sono vie più trasmessi secondo che sono più intensi, ossia di più alta temperatura; nel qual caso sono anche più rifrangibili di quelli d'inferiori temperature. Ecco dunque le trasmissioni dipendenti da quantità e non da qualità di calore, quando si prescinde dalle sostanze trasportate.

5.° Quando il Melloni prese in considerazione quel fatto, ha imaginato di paragonare i raggi delle alte temperature, e quindi più rifrangibili, ai raggi violetti ed azurri della luce; ed i raggi delle basse temperature, e quindi meno rifrangibili, ai raggi rossi della luce. Fu questo in primo luogo un cambiamento del sistema. Non vi sono più le tante qualità diverse di raggi secondo le diverse qualità delle sorgenti, e secondo i diversi mezzi trapassati. Tutto invece è ridotto ai gradi di temperatura delle sorgenti, ed ai corrispondenti gradi di rifrangibilità dei raggi di calore. Le ignote qualità rimangono sepelite nelle quantità, e restano abolite le diverse qualità secondo i diversi mezzi trapassati. Il primitivo sistema viene ad essere rovesciato, mentre era già per sè stesso inconcepibile. Le diverse rifrangibilità dei raggi di luce dipendono dalle diverse loro tinte o qualità; ed al contrario le diverse rifrangibilità dei raggi di calore dipendono dalle diverse loro intensità o quantità.

6.° Nel nuovo sistema contradittorio al primo, vi era il paragone dei raggi di calore più intensi ai raggi azurri e violetti della luce, e dei raggi meno intensi ai raggi rossi. Ma per sostenere il paragone bisognava trovare corpi che trasmettessero in maggior copia i raggi meno intensi, ossia di minori temperature, come vi sono corpi che trasmettono in maggior copia i raggi rossi della luce. Dopo tante inutili ricerche di tali corpi, perchè invece la trasmissione cresce con la maggiore intensità, il Melloni ha creduto di trovarne un solo: il sal-gemma coperto di nero-fumo. Il nero-fumo assorbe quasi la totalità del calore anche oscuro; ed il sal-gemma, secondo Melloni, trasmette quasi la totalità d'ogni sorta di calore. Era assai strano che l'assorbimento di quasi tutto da un lato, e la trasmissione di quasi tutto dall'altro lato, avesse da portare l'effetto contradittorio, che la sovraposizione mecanica del nero-fumo al sal-gemma avesse da far trasmettere in maggior copia i raggi di basse temperature.

Egli è caduto in un gravissimo errore matematico. Poste due sorgenti di calore, una debole, l'altra forte, a tali distanze da produrre eguale deviazione del galvanometro annesso alla pila termo-elettrica, ed interposto il sal-gemma coperto di nero-fumo fra la pila e le due sorgenti, ha creduto che il calore delle due sorgenti cadente sopra il sal-gemma coperto di nero-fumo fosse di quantità costante. Ed avendo veduto che il galvanometro deviava di più per azione dei raggi trasmessi dalla sorgente più debole, ha concluso che il *nero-fumo combinato al sal-gemma forma realmente un sistema tanto più permeabile al calore secondochè l'irraggiamento proviene da una sorgente di più bassa temperatura.*

Ma invece ho dimostrato con un semplice calcolo nel citato Articolo del Bim. V. 1841 degli *Annali delle Scienze*, che *essendo eguali a distanze ineguali le intensità dei raggi delle due sorgenti al luogo della pila, nel luogo intermedio del sal-gemma erano più intensi i raggi della sorgente più debole e più vicina.* Sicchè il maggiore passaggio pe 'l sal-gemma dipendeva dalla maggiore intensità in quel luogo dei raggi della sorgente più debole; in conformità al noto principio, che per ogni sostanza la trasmissione è maggiore secondochè i raggi di calore sono più intensi.

E siccome la maggiore intensità va di pari passo con la maggiore rifrangibilità, restò deluso il divisamento del Melloni di trovare raggi di calore meno rifrangibili che trapassassero in maggior copia il sal-gemma coperto di nero-fumo, per paragonarli ai raggi rossi della luce, cioè che avessero un *colore di calore* analogo al rosso.

Il suo esperimento invece non fece altro che confermare il suddetto principio noto ai Fisici, che la maggiore trasmissione è conseguente alla maggiore intensità dei raggi incidenti.

7.° Il sistema oscuro fin dalla sua origine, anzi cieco e privo di idée corrispondenti, venne poi, co'i sofferti cangiamenti, con le fatte sostituzioni, e con le pretese conseguenze, ridotto ad un nuovo ammasso di assurdi. Ma non è finito.

La stravaganza del sistema arbitrario diviene massima, e si moltiplicano le contradizioni, quando il Melloni passa a parlare dei corpi opachi.

Secondo le sue Memorie degli anni 1840-1841, publicate nella *Bibliothèque Universelle*, e da me analizzate nel citato Articolo del Bim. I. 1841, *Insussistenza ec.*, la natura dei corpi opachi sarebbe indifferente alle qualità dei raggi di calore per l'assorbimento, e di conseguenza anche per la riflessione. Ma se i corpi trasmittenti assorbono alcune delle supposte qualità dei raggi, lasciando passare le altre, dovrebbero egualmente anche i corpi opachi, secondo la diversa loro natura, assorbire certe qualità di raggi, e riflettere il residuo. Invece nei corpi opachi non opera, secondo il Melloni, che la qualità della superficie.

Si legge nella Memoria del 1840, che per la riflessione regolare di polite superficie è indifferente la natura dei raggi; cosicchè quella riflessione è la stessa per tutti. Allora bisogna accordare la stessa indifferenza anche per l'assorbimento nel caso delle superficie polite: il che sta contro il primo sistema nel caso delle trasmissioni.

Poi si legge che, rispetto ai corpi di superficie scabre, ritorna in campo la scelta delle qualità dei raggi per l'assorbimento, e in conseguenza anche per la riflessione. Ma il Melloni non la chiama *riflessione*, parlando di superficie scabre; la chiama invece *dispersione*, come se fosse una cosa diversa: mentre la dispersione non è altro che una moltitudine di riflessioni parziali, secondo le diverse inclinazioni delle parti delle superficie. Egli poi non sa definire cosa sia la dispersione che vuole distinguere dalla riflessione. Poi si trova ch'egli accorda ai soli metalli la prerogativa di disperdere e di assorbire in proporzione costante i raggi calorifici di tutte le sorgenti.

Ecco pe'i corpi opachi un sistema complicato e diverso dal primo, formato pe'i corpi trasmittenti; mentre gli stessi corpi trasmittenti riflettono una parte dei raggi, e quindi operano in parte come opachi.

Tutto questo non è che un ammasso di fantasie sregolate, di confusioni e d'implicanze. Ha tutto altro che il carattere della verità, la quale è sempre nitida e semplice.

8.° In mezzo a tutto questo si trova proclamato il principio, che tutti i corpi bianchi in genere, comunque siano diversi di natura, come la carta, la neve, il carbonato di piombo ec., assorbono in maggiore proporzione i raggi di basse temperature che di alte, le quali egli chiama *temperature d'incandescenza.* Ecco ancora sostituite alle ignote qualità le diverse quantità, ossia le diverse intensità dei raggi di calore, come avea fatto ultimamente anche per le trasmissioni, siccome si è di sopra veduto. Con quel principio relativo ai corpi bianchi erasi accinto nella *Bibliothèque Universelle,* Mai 1838, pagina 149, di dare la spiegazione della più sollecita scomparsa della neve d'intorno e sotto le piante, di quello che allo scoperto. Gli ho risposto negli Annali del 1838, pag. 138 (vedi qui sopra a pag. 137); e fra le altre cose ho smentita la sua spiegazione co'l fatto, che quel fenomeno della neve dipende dalla luce dei raggi del Sole assorbita, e non dal solo calore. Indi in altra Memoria inserita nel Bim. III. del 1841, pag. 114, e qui sopra a pag. 151, ho mostrato che consimile effetto avviene anche nel disseccamento dell'erba corta, che non è bianca, d'intorno e sotto gli alberi, a differenza dei luoghi scoperti.

Ma il Melloni, senza nulla replicare, anzi disimulando totalmente quella mia risposta, impegnato nella sua spiegazione circa la scomparsa della neve, ha insistito, nel Novembre 1840 della *Bibliothèque Universelle,* a sostenere, che i corpi bianchi disperdano fortemente i raggi d'incandescenza, e debolmente quelli di basse temperature; ossia che assorbano in grande proporzione i secondi, e in piccola i primi. Lo stesso ha ripetuto nella *Bibliothèque Universelle*, Octobre 1841, pag. 363, cercando d'imporre con una nomenclatura composta di termini tratti dal greco; e lo stesso ha ritenuto anche nelle sue *Considerazioni ec.* nel Fascicolo di Febrajo 1844 del Giornale Napoletano, *Muséo di Scienze e Letteratura,* applicando di nuovo quel suo principio circa i corpi bianchi alla sollecita scomparsa della neve in questi termini: *Il complesso dei raggi calorifici del Sole è comparabile alla luce azurra; ed alla tinta azurra può del pari paragonarsi la termocrosi* (colore di calore) *della neve: ne segue, che i raggi solari cadendo direttamente su la neve, vengono per la massima parte ripercossi, e non ne riscaldano, o più tosto non ne sciolgono, che una debolissima porzione. Quanto al calore solare, che, dopo aver penetrate e riscaldate le piante, esce raggiando verso Settentrione, possede una termocrosi diversa, e quasi diremmo contraria a quella ond'è investita la neve: laonde tutto quanto arriva di sì fatto calore*

*su la neve esposta all'ombra non è più riverberato come il calore diretto del Sole, ma assorbito ed impiegato a struggere una data quantità di questa sostanza.* Ed è invece verso Mezzogiorno dove comincia a scomparire la neve.

Così nelle Note soggiunte a quelle *Considerazioni* si trova ripetuto, che *i panno-lini ed altre stoffe candide, la carta, il gesso, il bianco dei muri, hanno essi pure, come la neve, una termocrosi simile a quella del Sole, e però si riscaldano poco sotto l'azione della sua radiazione.*

Il Melloni dunque pretende che i corpi bianchi si riscaldino più sotto l'azione dei raggi di basse temperature, come sono alle ombre degli alberi i raggi assorbiti e poi emessi, di quello che sotto l'azione dei raggi diretti del Sole, d'onde la sollecita scomparsa della neve attorno e sotto le piante.

Che i corpi bianchi all'ombra di un albero si riscaldino più che ai raggi diretti del Sole, è un assurdo sentito appena pronunciato. Pure ho sottomesso al cimento degli esperimenti quel suo fantastico principio, conseguente alla sua ultima teoría, com'egli l'ha ridotta.

## 9.° ESPERIMENTI E CONCLUSIONE.

I. Ho già detto nel § XXII. delle mie precedenti *Risposte* ec. (sopra a pag. 169), che di due termometri imbianchiti co'l carbonato di piombo, uno all'ombra di un albero, l'altro ai raggi diretti del Sole, il primo era sempre più basso di alcuni gradi del secondo, com'era da prevedersi.

Ambidue i termometri erano sospesi sopra un prato all'altezza di circa un metro. Se si teme che ai raggi diretti del Sole la differenza fosse prodotta dal vapore o dall'aria ascendenti più caldi allo scoperto, si può sospendere ambidue i termometri allo scoperto, ed ombreggiarne uno in modo che resti esposto come l'altro al vapore od all'aria ascendenti dall'erba. Si vedrà tosto il termometro ombreggiato discendere sotto il segno dell'altro. Invece, secondo il principio di Melloni, il termometro imbianchito ed ombreggiato dovrebbe ascendere.

II. Per imitare uno strato di neve ho disteso due lenzuoli di panno-lino bianchissimo a quattro doppj su l'erba di un prato: uno allo scoperto, ed esposto ai raggi diretti del Sole; l'altro all'ombra di un albero; e successivamente in varie posizioni anche verso Mezzogiorno. Sopra ciascuno dei due lenzuoli ho collocato dei termometri a piccoli bulbi, ed è avvenuto quello ch'era da attendersi; cioè i termometri sopra il panno-lino esposto ai raggi diretti furono sempre di molti gradi più alti degli altri su'l panno-lino posto all'ombra dell'albero. La differenza è giunta persino a nove o dieci gradi.

Erano collocati su i panno-lini anche dei termometri imbianchiti co'l carbonato di piombo; e sempre i termometri imbianchiti collocati su'l panno-lino esposto ai raggi diretti erano di molti gradi più alti che i termometri imbianchiti posti su'l panno-lino all'ombra. D'altro canto i termometri imbianchiti erano qualche grado più bassi dei termometri nudi, tanto al Sole quanto all'ombra; ma la differenza era maggiore al Sole.

Ho provato a collocare sotto l'albero i termometri su'l panno-lino ai raggi diretti negl'intervalli fra le ombre dei rami e delle fronde. In quelle posizioni i termometri erano sensibilissimi ai movimenti delle ombre che giungevano ad invaderli. Appena che si trovavano nelle ombre o nelle penombre discendevano di molti gradi.

Tutto questo stabilisce falso il principio dal Melloni con tanta solennità proclamato, che i corpi bianchi in genere, comunque siano di diversa natura, come la carta, la neve, il carbonato di piombo ec., assorbano in maggior copia i raggi sì di basse che di alte temperature d'incandescenza; e stabilisce falsa la sua imaginazione riguardo alla neve, che i raggi solari cadendo direttamente la riscaldino meno di quello che facia il calore solare, che dopo aver penetrate le piante arriva su la neve esposta all'ombra, per ispiegare in tal modo la sollecita sua scomparsa sotto gli alberi.

Trovo inutile presentare le Tavole numeriche di tali esperienze, che tengo registrate. Ciascuno a suo bell'agio può ripeterle; e l'assurdo del Melloni è smentito anche senza termometro. Basta vestirsi di bianco, e provare se si sente più calore ai raggi del Sole, o all'ombra di un albero.

Quali vaneggiamenti! Egli crede trovare nel sal-gemma coperto di nero-fumo il *rosso del calore;* cioè che i raggi di calore di debole sorgente e meno rifrangibili siano più trasmissibili da quel corpo, a grado di portare su la sua pila maggior calore che i raggi trasmessi di sorgente più forte; e non si accorge che nel suo esperimento i raggi che giungono a quel corpo dalla sorgente più debole, ma più vicina, sono più intensi (n.° 6).

Poi crede di trovare nei corpi bianchi, compresa la neve, l'*azurro del calore*, che assorba tanta copia dei raggi prima assorbiti e poi emessi dalle piante da riscaldarsi di più all'ombra degli alberi di quello che ai raggi diretti del Sole; ed anche questa deduzione si trova in fatto smentita.

Dunque le sue ipotesi conducono a conseguenze che sono in fatto errori capitali; tanto che, con tutti i loro termini derivanti dal greco, sono da confinarsi nel regno delle chimere.

---

## Degli sforzi che si fanno a Napoli, sotto la influenza del sig. Melloni, per sostenere la ipotesi di Wells su la causa della rugiada. Confutazione del Dott. Ambrogio Fusinieri.

(Inserita nei Bimestri I. e II. 1842 degli *Annali delle Scienze del Regno Lombardo-Veneto.*)

---

### § I. Cose precedenti.

1.° Il sig. Macedonio Melloni, in luogo di rispondere a' miei argomenti contro la moltitudine delle sue ipotesi di pretese varie specie di calore con qualità intrinseche differenti ed ignote, ed alle mie dimostrazioni dei gravi errori di Matematica e di fatto in cui è caduto, ha preteso vendicarsi di tali mie analisi attaccandomi con le sue *Considerazioni* ec., inserite nel *Muséo di Scienze e Lettere di Napoli,* Febrajo 1844, su la causa della rugiada; ed anche in questo senza rispondere ai confronti di fatto delle mie Memorie, co' i quali ho determinato essere la rugiada vapore notturno che ascende dal terreno e che si condensa, trovando l'aria più fredda, ed i corpi freddi come l'aria. Egli non ha fatto altro che ripetere in tono magistrale la notissima ipotesi di Wells, che la fa consistere in una precipitazione del vapor aqueo di saturazione contenuto nell'aria anche di giorno, per preteso raffreddamento dei corpi di molti gradi al di sotto dell'aria, in forza d'irraggiamento notturno del loro calore negli spazj celesti; e con le sue ripetizioni lasciò senza risoluzione i tanti argomenti di fatto addotti nelle mie Memorie, che dimostrano l'errore di quella ipotesi.

2.° Il Melloni si è cimentato contro di me nello stesso Articolo anche su la sollecita scomparsa della neve attorno e sotto i corpi, senza incontrare i singolari detagli da me addotti di quel fenomeno, e senza rispondere su i fatti co' i quali ho dimostrato essere l'effetto dipendente da un'azione della luce del Sole assorbita dai corpi; e mi attaccò infine, con lo stesso suo metodo di non rispondere ai fatti ed agli argomenti, anche su gli effetti che dimostrai analoghi degli alberi su l'erba in caso di siccità.

Invece di rispondere ai fatti ed agli argomenti, egli ha preteso soperchiarmi con l'autorità sua e di altri, con la prepotenza e con gli oltraggi.

Per insorgere con tali attacchi, i due secondi ben diversi dal primo, ha usato il vano pretesto di un passo del *Corso di Meteorologia di Kaemtz,* da lui tradotto in questo modo:

*Dopo il tramonto del Sole, e quando il tempo è calmo, ed il cielo sereno, il suolo perde raggiando il proprio calore, e la sua temperatura scende parecchi gradi sotto quella dell'aria ambiente.*

Il Melloni nelle sue *Considerazioni* ec. accusò quel passo di errore, ma senza nulla trarre dalle mie Memorie, dove io avea già dimostrato che in quelle circostanze il terreno è più caldo dell'aria; e nè meno addusse esperienze proprie. Parlò di quell'errore come se il conoscerlo fosse una sua inspirazione, e lo ha emendato nel seguente modo (pag. 4 delle *Considerazioni*): *Il suolo, lungi dall'acquistare dopo il tramonto del Sole una temperatura di parecchi gradi inferiore a quella dell'aria contigua, si trova anzi, generalmente parlando, un po' più caldo persino negli ultimi strati superficiali.*

Questa sola dichiarazione del Melloni fu bastante ad annichilare ogni suo sforzo in favore della ipotesi di Wells, come ho poscia dimostrato; tantochè ha cercato ultimamente di ritrattarsi, come si vedrà. Fratanto premetto alcuni altri cenni.

A tutti gli accennati suoi attacchi contro di me, e ad altri ancora del sig. Canonico Bellani su i medesimi oggetti, ho risposto con un'Appendice ai Bim. V. e VI. 1844 degli *Annali delle Scienze del Regno-Lombardo-Veneto* (vedi qui sopra a pag. 169). Ho mostrato come lo stesso Bellani fosse discorde dal Melloni, e con quanta leggerezza ed ignoranza insieme delle cose publicate siasi questi azzardato a scrivere di rugiada; e come abbia egli sorpassato i tanti argomenti di fatto delle mie Memorie co' i quali ho debellata la spiegazione dal Fisico Inglese data di quel fenomeno.

Siccome fra i modi usati dal Melloni per soperchiarmi v'era anche la millantería, che la ipotesi di Wells su la rugiada fosse ormai sancita dal consenso universale, gli ho risposto che fino dal suo nascere era stata rivocata in dubio; che di recente era stata anche da altri, senza di me, combattuta con una Memoria che fu coronata dalla Società di Batavia; e che per ultimo lo stesso Congresso Scientifico di Francia, raccoltosi a Nimes nel 1844, avea proposto fra i suoi quesiti quello di un nuovo esame di quella teoría di Wells (§ V. n.° 4. delle dette mie Risposte).

3.° Nell'atto che Melloni confessò il terreno più caldo dell'aria soprastante *anche negli ultimi strati superficiali*, ed anche soltanto alla profondità di *alcune linee* (pag. 4-5 delle sue *Considerazioni*), fu costretto di conseguenza ad allontanare la rugiada dal terreno, volendo attribuirla, secondo Wells, a corpi più freddi dell'aria in virtù d'irraggiamento di calore negli spazj celesti. Ha quindi tanto isolata la rugiada dal terreno, che la confinò a suo arbitrio, e contro i fatti, alle *foglie dei vegetabili ed altri corpi di poca massa, i quali comunicano con la terra mediante alcuni cattivi conduttori... alle erbe ed alle fronde degli alberi e degli arbusti.... alle foglie degli steli, dei ramoscelli, ed altre parti minute delle piante* (pag. 4-5). E di più, con altra fantastica supposizione, questa poi copiata da altri teorici da gabinetto che non fecero esperienze proprie, egli ha raffreddato quei corpi di 8, 10, *e persino di 12 gradi centigradi sotto la temperatura dell'aria ambiente* (pag. 5), acciò possa su quei corpi *precipitare una parte del vapore elastico ed invisibile contenuto nello strato inferiore dell'atmosfera* (pag. 6).

Le mie osservazioni hanno convinto quell'errore (§ V. delle mie Risposte) di tanti gradi di freddo dei corpi al di sotto dell'aria. Gli autori però da gabinetto, dai quali Melloni l'ha copiato, non hanno applicato quelle pretese differenze soltanto ai piccoli corpi isolati dal terreno, com'egli ha fatto. Questa parte è tutta sua; ed in luogo di addurre sperienze fatte di quei tanti gradi di freddo al di sotto dell'aria, il Melloni addusse sperienze da farsi con bulbi piani e convessi di termometri, da adattarsi a foglie, steli, ramoscelli, erbe ec. (pag. 5): il che tutto è ridicolo, non potendosi ottenere i divisati contatti (§ IV. delle mie Risposte). Ma egli, invaso da spirito profetico, ne predisse risultati conformi alla sua imaginazione.

4.° Nel § IV. delle dette mie Risposte ho posto un termine a tutti quei vaneggiamenti, dimostrando in un modo il più semplice ed evidente, che il *nudo terreno si bagna di rugiada*; il che basta contro Melloni.

È questo un fatto di generale osservazione per chi soggiorna in campagna; ed io addussi anche il seguente sperimento. « In un giorno di Maggio 1832 ho fatto battere e ridurre a piano orizontale una parte » di terreno in un campo di recente lavorato, ed affatto spoglio d'erba. Il giorno era sereno, ed il Sole seccò » la superficie. Alle ore 2. 1/2 pomeridiane ho raccolto da quel piano, in un primo strato grosso una o due » linee, della terra ch'era secca, e la ho rinchiusa in un vasetto a turacciolo smerigliato. Nella notte seguen» te, venendo il 20 Maggio, ad un'ora dopo mezzanotte, mi sono recato su 'l luogo: i viali erano tutti inumi» diti, ed il terreno lavorato era ancora più bagnato. Le zolle prominenti in quel campo, che di giorno erano » dure e secche, erano divenute molli per umidità concepita; ma erano meno bagnate del rimanente terreno » più basso. Finalmente il suddetto piano battuto era tanto bagnato e molle, da secco ch'era stato in gior» nata, come se vi fosse stata versata sopra dell'aqua: e non era bagnato il solo strato superficiale; di sotto, » fino a certa profondità, era bagnato ancor più. In un vasetto simile al primo ho raccolto dal primo strato » superficiale, come di giorno, un poco di quella terra bagnata; e confrontandola con l'altra raccolta di » giorno, era manifestissima la differenza. »

Che si bagni di rugiada il nudo terreno fu un colpo mortale a tutti gli sforzi del Melloni per difendere la chimera di Wells. Quando è un fatto che il terreno anche nudo si bagna di rugiada; e quando è un altro fatto provato dalle mie Memorie, e confessato dallo stesso Melloni (n.° 1.), che il terreno anche nudo è più caldo dell'aria soprastante; è distrutta la supposizione, che la rugiada sia una precipitazione di vapor aqueo dall'aria sopra corpi di essa più freddi.

5.° Ma non mi sono limitato a quel solo argomento. Le mie Memorie ne somministrano altri ben numerosi, che ho rammentato nelle dette mie Risposte. Mi basterà rammentare qui in succinto i principali.

L'erba alta di un prato si bagna di rugiada molto prima, e sempre più copiosamente in fondo presso al suolo, dov'è tolto il libero aspetto celeste; ed al contrario le cime, che hanno più libero quell'aspetto, sono le ultime a bagnarsi, e sono sempre molto meno bagnate delle parti inferiori (§ X. delle mie **Risposte**). Anche questo è un fatto capitale e decisivo, a cui nessuno dei seguaci di Wells, compreso lo stesso Melloni, ha mai tentato di rispondere.

La rugiada che da prima si genera alle parti basse, e va progressivamente alzandosi nel corso della notte, si trova sempre più scarsa nelle parti elevate, che nelle inferiori; e vi è sempre un límite non molto distante dal suolo (che di estate l'ho trovato alto dai 20 ai 30 piedi), oltre il quale la rugiada manca affatto per tutto il corso della notte, quantunque vi sia più che a basso quel libero aspetto celeste, da cui si pretende procedere l'effetto.

Così analogamente un termometro esposto all'aspetto del cielo, che da un'ora all'altra conserva la stessa temperatura, è secco nella prima ora, e bagnato di rugiada nella seconda; e di due termometri alla stessa temperatura, e che hanno egualmente libero l'aspetto celeste, ma uno un poco più alto dell'altro, ad un certo tempo il primo sarà ancora secco, mentre il più basso sarà bagnato (§ IX).

Questi fatti, ed altri ancora, ricevono facilissima spiegazione co'l vapore ascendente dal terreno, che si condensa; e sono direttamente contrarj a quella ipotesi, per cui accaderebbe il rovescio dei fatti: cioè l'erba alta di un prato sarebbe più bagnata in alto che a basso, e sempre meno discendendo; e la rugiada sarebbe più copiosa nei luoghi più eminenti, di quello che nei luoghi più bassi.

I corpi esili si bagnano di rugiada, e copiosamente, mentre non possono avere temperatura inferiore a quella dell'aria. Una bava di ragno, per esempio, se ne carica grandemente. È affatto ridicolo che una bava di ragno sia più fredda di 8, 10, 12 gradi centígradi in confronto dell'aria che la circonda.

I corpi umani si bagnano di rugiada. Chi dirà che siano più freddi dell'aria?

Le grandi foglie delle piante si trovano bagnate di rugiada prima sotto, che sopra. Mi è accaduto, che per essersi il cielo coperto, restò sospesa la formazione progressiva della rugiada dal basso in alto; cosicchè le foglie restarono bagnate di sotto, e non di sopra (§§ XIV. e XVIII).

È un fatto, che il primo strato d'aria presso al terreno grosso pochi pollici nelle notti calme e serene è più freddo di tutto; cioè più freddo del terreno, e più freddo degli strati superiori d'aria. È un altro fatto, che in quel primo strato d'aria continua a precipitare rugiada per tutto il corso della notte, la quale bagna terreno, erba e corpi, e più copiosamente che di sopra. Sarebbe impossibile che ciò avvenisse per precipitazione del vapore di saturazione dell'aria. Dopo una prima precipitazione l'aria raffreddata non abbandonerebbe altro vapore. Evidentemente quella perenne formazione di rugiada per tutto il corso della notte procede dal vapore che ascende dal terreno (§ VII).

Wells riconobbe necessaria, secondo la sua ipotesi, la rinovazione dell'aria attorno i corpi. Ma invece è falso in fatto che i venticelli o piccole agitazioni d'aria favoriscano la formazione della rugiada, com'egli ha supposto. Viene invece diminuita o sospesa secondo il grado di agitazione dell'aria, che mescola più o meno gli strati superiori più caldi con gl'inferiori (§ VII).

Ho reso ragione della scarsezza di rugiada e di brina su i metalli, eccettuati gli spigoli, dove la brina è abondante, con la volatilizzazione delle molecole d'aqua e di brina in contatto dei metalli, per azione chimica che svolge calorico ed elettricità (§ XVI).

Mentre nelle notti serene e ad aria tranquilla il massimo freddo è nel primo straticello d'aria presso terra grosso pochi pollici, ed il calore va rapidamente crescendo fino a quattro o cinque piedi d'altezza, come ho sperimentato, la comparsa delle nubi produce un effetto inverso.

L'impedito irraggiamento del calore, che si attribuisce alle nubi, renderebbe stazionaria la temperatura; ma invece alla comparsa delle nubi vi è riscaldamento. Si riscaldano più gli strati d'aria inferiori che i superiori, e prontamente. Una ombrella fa lo stesso effetto delle nubi: il che mi ha manifestato che tutto procede dal vapore tratenuto di ascendere, il quale allora reagisce in contrario, e riscalda l'aria circostante più a basso che in alto. D'onde si rende ragione anche della scarsezza di rugiada e per la presenza delle nubi e sotto gli alberi; cioè il vapore tratenuto riscalda l'aria, e manca il freddo occorrente alla sua condensazione (§ XVIII).

Co'l massimo freddo del primo straticello d'aria ho resa ragione del ghiaccio artificiale delle Indie. Se dipendesse da irraggiamento negli spazj celesti del calore dell'aqua, il ghiaccio si formerebbe anche a qualche altezza dal suolo. Invece è confinato a quel basso strato d'aria, dove vi è il freddo occorrente (§ XV).

## § II. Sforzi fatti ultimamente a Napoli in favore della ipotesi di Wells.

1.° Il terreno nudo si bagna di rugiada, e il terreno nudo è più caldo del primo strato d'aria che vi sovrasta. Questo solo è bastante, come ho detto di sopra (§ I. n.° 4), a distruggere la ipotesi di Wells, e a dimostrare che la rugiada è una condensazione del vapore che ascende dal terreno: vapore necessario, e dimostrato dalle osservazioni; vapore, di cui i seguaci di Wells, e in principalità Melloni, non tengono conto alcuno. Tanto è il loro accecamento!

Avendo Melloni accordato il terreno anche nudo più caldo dell'aria soprastante, correggendo Kaemtz che lo negava (§ I. n.° 1.), e non potendo contendere il vapore notturno del nudo terreno, egli non avea più causa da difendere (§ I. n.° 4). Non v'era sofisticheria imaginabile da opporre. Non era possibile salvare dal precipizio tutta la massa delle sue insensate *Considerazioni* per sostenere quella ipotesi.

Qual rimedio adunque, non volendo confessare il proprio errore, accompagnato da tanto accanimento contro di me?

Ecco il rimedio imaginato dal sublime suo intelletto. Negare che il terreno si bagni di rugiada non era possibile. Dunque restava da negare che il terreno sia più caldo dell'aria che vi sovrasta. Ma questo era contradire a sè stesso, alla sua emenda fatta della proposizione di Kaemtz, a tutti i suoi sforzi per isolare la rugiada dal terreno, e confinarla alle parti minute dei vegetabili discoste dal terreno (§ I. n.° 4).

Era un partito da disperato; ma pure egli l'ha abbracciato: e con quest'altra sublimità del suo intelletto, di fare che il freddo del terreno in confronto dell'aria, in contradizione alle sue precedenze, venisse proclamato sotto altri nomi.

Bisognava anche far parlare questa volta un Giornale francese, perchè in Francia, oltre che molti favoriscono il Melloni, vi sono tanti autori compromessi con le loro publicazioni ed applausi della ipotesi di Wells, i quali avrebbero accolto e sostenuto ogni suo sforzo, qualunque esso fosse, in favore di quella fantasía. Ecco le sue fiducie.

2.° Comparve quindi nell'*Écho du Monde Savant, N.° 16, 6 Mars* 1845 (*Extrait de la* Raccolta Scientifica, *N.° 4. du 15 Février*) un Articolo, dove Melloni comparisce semplice relatore all'Academia Reale delle Scienze di Napoli, che certo *Padre Rafaele del Verme, Rettore del Collegio delle Scuole Pie*, si occupava di esperienze su la rugiada, senza però che i risultati fossero ancora terminati, con la promessa che sarebbero poscia presentati alla stessa Academia. È detto nell'Articolo, che fratanto lo stesso *Padre del Verme* desidera (non Melloni!) di far conoscere alcuni fatti che pongono in evidenza la verità della teoría di Wells; con la solita millantería Melloniana, *que les Physiciens ont généralement adoptée*. Si è veduto di sopra, § I. n.° 2., quanto sia falso quel *généralement*.

Ecco adunque il *Padre del Verme*, da prima ignoto nelle cose fisiche, divenuto ad un tratto sperimentatore notturno, e fervoroso, per sostenere la ipotesi su la rugiada del Fisico Inglese; della quale ipotesi l'Articolo lo dipinge informatissimo e zelantissimo, quantunque, a dir vero, nulla abbia che fare quella ipotesi co' suoi officj di Direttore delle Scuole Pie.

Ma dopo esposte le principali esperienze dell'*observateur italien*, gli osservatori divengono due ad un tratto, non si sa come; giacchè allo stesso proposito si parla di *expériences des MM. Palmieri et del Verme*. Il Palmieri vi comparisce come un fungo. Poco dopo resta il solo Palmieri: *comme dans les expériences du Professeur Palmieri*. Poi tornano in due, *les deux expérimentateurs*, ed è sempre in campo il relatore: *M. Melloni fait observer*. Poi finalmente ritorna di nuovo il solo *Padre del Verme*, com'era da principio: *Le P. del Verme a disposé*, ec. *Le P. del Verme a exposé* ec., nè si parla più di Palmieri.

In somma, Melloni relatore di esperienze attribuite ad altri non s'è compromesso. Il Padre del Verme, che nulla scrive, non si è compromesso. Il Palmieri ora entra, ora non entra insieme con del Verme nelle sperienze. E siccome nè pur egli scrive, così non si è compromesso. È questo il gioco con cui fu inorpellata sotto altri nomi la ritrattazione del Melloni su'l calore notturno del terreno.

3.° Vediamo ora a che si riduca la parte essenziale delle pretese sperienze, per far diventare il terreno più freddo dell'aria soprastante: il che al Melloni è ora necessario per continuare a sostenere la ipotesi del signor Wells.

Non si tratta già di aperta campagna, che pure non mancava nei contorni di Napoli; si tratta di un giardino in Napoli del *Padre del Verme*: giardino di cui non si conosce la estensione, e su'l quale non si sa la

influenza dei fabricati all' intorno. Certamente che il fabricato delle Scuole Pie, al quale si dee supporre adjacente il giardino, non sarà piccola cosa. Si parla anche di *une colline qui domine le jardin*, la quale influiva su la formazione della rugiada.

È detto inoltre, che *le lieu qui servait à ces expériences était découvert et exposé au Midi*. Un terreno di giardino, bensì scoperto, ma esposto a Mezzogiorno, non si può intendere che fosse un luogo veramente aperto. Dev' essere un luogo appoggiato ad un muro, o a qualche altro rialzo a Settentrione, giacchè un terreno di aperta campagna si trova esposto a tutte le plaghe.

In circostanze così notabili ecco la pretesa esperienza, relatore Melloni.

*L' observateur italien prit quatre thermomètres également sensibles, à reservoir cylindrique et revêtu d' une feuille d' étain, et après le coucher du Soleil il alla les placer dans son jardin de la manière suivante. Il introduisit le reservoir du premier dans la terre à deux pouces de profondeur; il placa également le second en terre, mais de telle sorte que le reservoir était à peine recouvert: le troisième était isolé dans l'air, et supporté à deux pouces du sol; enfin le quatrième, placé également dans l'air, était à quatre pieds de hauteur. Quand le ciel était découvert, et l' atmosphère tranquille, le second thermomètre, c' est à dire celui qui indiquait la température de la couche superficielle du sol, restait* constamment *plus bas que le troisième, qui était élevé de deux pouces au dessus de terre; au contraire les températures du premier et du quatrième instrument étaient plus hautes que celle du second.*

Fin quì il solo del Verme è l'*observateur italien*, e sembra che la esperienza sia stata una sola, perchè non è detto che sia stata ripetuta; ed essendo una sola, la notte avrebbe alternato fra essere e non essere serena e calma. Non si sa l'epoca della osservazione; e, quello ch' è più, si taciono i numeri dei segni termometrici, ch' era ben facile aggiungere, benchè non si vogliano terminate le osservazioni.

Nel caso che il *Padre del Verme* sia intervenuto, e di buona fede com' è da supporre, io vorrei dare un avvertimento alla sua inesperienza in tali osservazioni. Non sarà stato solo, ma naturalmente assistito. Egli dunque avverta, che co 'l lume occorrente di notte a tali esami era ben facile, anche a sua insaputa, fare ascendere il terzo termometro sospeso in aria, che dicesi sensibilissimo.

A me al contrario, che ho trovato il termometro sospeso in aria vicino al suolo sempre più freddo dei tre altri, come quì sotto, non poteva il calore del lume produrmi equivoco alcuno; per la ragione semplicissima, che il calore del lume può bensì fare ascendere un termometro sospeso in aria, ma non farlo discendere.

Dopo alcune riflessioni anonime, le quali aggiunte a quella pretesa esperienza non possono essere che di Melloni, l'Articolo dell'*Écho du Monde Savant* prosegue a dire:

*La température des couches superficielles du sol, plus basse que celle de l'air adjacent, dans les expériences des MM. Palmieri et del Verme, ne contredit en rien les résultats inverses obtenus par d'autres expérimentateurs, car ceux-ci avaient opéré dans des prairies; or dans ce dernier cas, le rayonnement du sol vers l'espace est empéché par la présence des herbes, et nécessairement la terre doit par conséquent rester plus chaude que les plantes, qui se refroidissent par rayonnement, et qui abaissent ainsi la température de l' ambiant.*

Questo Articolo, che non può essere senonchè del relatore Melloni, sfugge le mie osservazioni, che anche senza erba il primo strato superficiale del terreno nudo è più caldo del primo strato d' aria che vi sovrasta, come lo stesso Melloni aveva riconosciuto nelle sue *Considerazioni* ec. (§ I. n.° 1). O, per meglio dire, egli mi esclude, nella sua ritrattazione, dal numero degli sperimentatori quando dice che hanno operato soltanto nelle praterie; e la ragione di escludermi da quel numero è soltanto quella, ch' io non sono persuaso delle sue ipotesi su 'l calore raggiante.

4.° Nel § III. delle mie *Risposte* alle sue *Considerazioni* (sopra a pag. 173), riferendomi alle mie Tavole di Osservazioni, inserite negli *Annali delle Scienze del* 1831 (vedile in fine di questo Volume), ho detto: « In » notte calma e serena il primo strato d' aria è più freddo di alcuni gradi tanto della neve d' inverno, quanto » del terreno in qualunque stagione. »

« Il primo strato d' aria è più freddo anche del primo straticello comunque sottile del terreno, anche » della stessa sua superficie, sia nudo, sia ricoperto d' erba. »

Allora fui succinto, perchè già il Melloni accordava il terreno più caldo dell' aria anche superficiale (§ I. n.° 1). Ora che si ritratta, e che vuole un primo strato di terreno più freddo dell' aria, io pure riferirò le mie sperienze in detaglio, antiche e recenti. E per quanto egli voglia escludermi dal numero degli sperimentatori, mi ascolteranno i lettori che amano di sapere la verità.

Ecco dunque a che siamo noi ridotti con la questione: si tratta di sapere se il primo strato superficiale

del nudo terreno, nelle notti serene e calme, sia più caldo o più freddo del primo strato d'aria incumbente. Io ho sempre trovato ch'è più caldo; e ciò posto, non v'è mezzo di salvare la ipotesi di Wells, perchè anche il nudo terreno si bagna di rugiada (§ I. n.° 4). Melloni che lo accordava più caldo, ora vuole che sia più freddo dell'aria; e si appoggia, come si è veduto, ad una pretesa esperienza in un giardino di Napoli, e con le notate osservabili circostanze, attribuita ora al solo Padre del Verme, ora anche a Palmieri (numeri 2. 3).

Io passo ad esporre le mie numerose sperienze nel proposito, fatte in aperta campagna.

## § III. Prove sperimentali dell'anno 1831, che in aperta campagna, nelle notti serene e calme, il primo strato, comunque sottile, di neve o di terreno nudo è più caldo del primo strato d'aria incumbente.

1.° Quando feci nel 1831 le mie Osservazioni relative alla causa della rugiada, publicate ancora nello stesso anno nel Bimestre VI. degli *Annali ec.* (vedi quì sopra a pag. 18-38), io conosceva l'Estratto, publicato nella *Bibliothèque Britannique* del 1815, del *Saggio su la rugiada* di Wells. Alla Sezione II. della Parte I., tutta sperimentale, giacchè la sua *teoría su la rugiada* l'ha data nella Parte II., vi è questo passo: *In notti calme e serene le superficie di un viale arenato e di un terreno lavorato sono sempre più calde che quelle del piano erboso, e qualche volta più calde dell'aria stessa.* Basterebbe questo a mostrare un sogno la esperienza attribuita a *del Verme* di preteso freddo della superficie del terreno nudo in confronto dell'aria soprastante (§ II. n.° 3). Secondo quell'Articolo di Wells, la superficie del nudo terreno è o più calda dell'aria, o di eguale temperatura, non mai più fredda. Siccome non determina quella dell'aria, non è a sorprendersi se alle volte avesse trovato il termometro nell'aria ad eguale temperatura della superficie del suolo; noto essendo dalle mie sperienze, che dal primo straticello d'aria, il più freddo di tutto, ascendendo fino a quattro o cinque piedi, la temperatura è crescente (§ I. n.° 5).

2.° Riferisco le mie osservazioni del 1831, fatte in aperta campagna presso a Vicenza, che dimostrano il primo straticello d'aria costantemente più freddo del primo strato, comunque sottile, tanto della neve che del terreno anche nudo, e delle loro superficie.

*Annali delle Scienze* del 1831, pag. 453-455, Osservazione I. (vedi quì sopra a pag. 21-23), e Tavola I. posta in fine di questo Volume.

In Genajo 1831 il terreno era coperto di neve alta un piede circa.

Nella notte 29 Genajo, serena e tranquilla, ho adoperato quattro termometrografi: uno alto dalla neve pollici 2. 1/2 era disceso a — 12°; un secondo alto dalla neve pollici 9. 1/2 era egualmente disceso a — 12°; un terzo co'l bulbo in contatto della superficie della neve era giunto a — 11°, 5; ed un quarto profondato un pollice sotto la superficie della neve era arrivato a — 6°, 5. In altre notti serene e tranquille dello stesso mese di Genajo e di quello di Febrajo, in luogo di pollici 2. 1/2 dalla neve, vi fu nell'aria il solo termometrografo alto pollici 9. 1/2, il quale fu d'accordo, come si è veduto, con quello alto pollici 2. 1/2. Ancora l'aria fu più fredda del primo strato di neve e della sua superficie come segue.

Notte del 27 Genajo. Termometrografo in aria, a pollici 9. 1/2 dalla superficie della neve, giunse a — 12°; altro in contatto con la neve giunse a — 11°; un terzo profondato un pollice nella neve giunse a — 6,2°; un quarto profondato due pollici giunse a — 6°, 4. Mentre io collocava gli strumenti poco dopo l'occaso, il terzo ed il quarto immersi nella neve a quelle piccole profondità si erano arrestati a — 3°, 5; mentre il secondo in contatto con la neve era disceso rapidamente a — 7°.

Notte del 31 Genajo. Termometrografo alto dalla superficie della neve pollici 9. 1/2 arrivò a — 12, 7; un altro in contatto della superficie arrivò a — 11°, 5; un terzo profondato un pollice sotto la neve arrivò a — 7°, 3.

Anche in questo caso, mentre alle ore 6 pomeridiane io collocava gli strumenti, il terzo profondato un pollice nella neve erasi arrestato a — 5°, 5; ed il secondo alla superficie era disceso rapidamente a — 7°, 5.

Notte del 5 Febrajo. Termometrografo alto dalla superficie della neve pollici 9. 1/2 giunse a — 3°; un altro in contatto con la superficie giunse a — 2°, 7; un terzo profondato un pollice sotto la superficie giunse a 0°, 2.

Dunque costantemente il primo strato d'aria fu più freddo del primo strato di neve, e un termometro

in contatto della superficie della neve partecipò del freddo dell'aria e del minor freddo della neve; ma più di quello che di questo, a causa del volume del bulbo. Nelle notti 27. 29. 31 Genajo, che furono sempre serene, la brina fu abondante.

Nella notte del 5 Febrajo fu sereno dopo mezzanotte, e la brina fu meno copiosa.

La brina è proceduta dalla volatilizzazione della neve che copriva tutto il suolo.

Sarebbe una chimera la supposizione, che la superficie della neve si raffreddi per irraggiamento notturno, postochè era meno fredda dell'aria incumbente. È vero al contrario che la neve si volatilizzava, e che il suo vapore si condensava nell'aria e su i corpi freddi come l'aria.

Osservazione II. Tavola II. pag. 456-458 degli Annali 1831 (e quì sopra a pag. 23) nelle parti relative al confronto di temperatura fra il primo strato sottile d'aria, ed il primo strato sottile di terreno nudo.

Nella notte 21 Luglio 1831, serena e tranquilla, si trovavano collocati varj termometri fino dalle ore 7 pomeridiane.

Alle ore 8. 3/4 pomeridiane. Uno alto due pollici dalla superficie del terreno, + 16°; un secondo in contatto della superficie del nudo terreno, + 18°, 8; un terzo profondato un pollice nel terreno, + 21°, 5; un quarto profondato due pollici, + 22°, 3.

Alle ore 11 pomeridiane era tolto il terzo, e restavano gli altri: quello nell'aria, alto due pollici, + 15°; l'altro in contatto co'l nudo terreno, + 15°5; quello profondo due pollici, + 19°, 5.

Ad un'ora dopo mezzanotte gli stessi termometri. Il primo nell'aria alto 2 pollici, + 14°; il secondo in contatto co'l terreno, + 14°, 4; quello profondo 2 pollici + 18°, 3.

Dunque il primo strato di nudo terreno più caldo del primo strato d'aria, ed il termometro in contatto con la superficie del terreno partecipava del freddo dell'aria e del caldo del terreno.

Osservazione IV. Tavola IV. pag. 461-463 degli Annali, e quì sopra a pag. 26 e seg.

Nella sera 22 Ottobre 1831, serena e calma, erano collocati due termometri, uno ad un pollice di altezza sopra il terreno nudo e scoperto; l'altro in contatto dello stesso terreno.

Alle ore 6 pomeridiane il primo, + 8°, 5; il secondo + 9°, 5.

Alle ore 6 1/2 pomeridiane il primo, + 7°; il secondo, + 8°, e vi fu sempre rugiada.

Nella sera del 23 Ottobre, egualmente calma e serena, erano collocati due termometri nelle stesse posizioni.

Alle ore 6 pomeridiane il primo, alto un pollice dal nudo terreno, + 7°, 5; il secondo, in contatto co'l nudo terreno, + 9°. Alle ore 8 pomeridiane il primo, + 5°, 5°; il secondo, + 7°. E vi fu sempre rugiada abondante.

Ancora dunque il primo strato d'aria più freddo del primo strato di terreno. Trattandosi delle prime ore notturne, il termometro in contatto co'l terreno partecipava molto del calore di questo, come nella Osservazione II. alle ore 8. 3/4 pomeridiane.

La stessa Tavola IV. mostra inoltre che un terzo termometro, collocato a' piedi dell'erba di recente tagliata, aveva presso a poco la stessa temperatura di quello collocato all'altezza di un pollice sopra il nudo terreno, lontano da quel piano erboso. Vale a dire: o era più alto di mezzo grado il secondo, od erano eguali, od era più alto di mezzo grado il primo. Questi confronti furono fatti nelle sere 18 Agosto, 22 e 23 Ottobre del 1831, e per più ore di séguito in ciascuna sera.

L'aria fu sempre calma, e vi fu costantemente rugiada, se bene non sempre vi fosse piena serenità.

D'onde ho concluso (pag. 463 suddetta), essere falso quanto viene decantato dai fautori della ipotesi di Wells, che nelle notti calme e serene l'erba corta si raffreddi di 8° e 10° centigradi più dell'aria (pagina 461 suddetta, e sopra a pag. 26). Egli è invece che l'aria ad un pollice circa di altezza dal nudo terreno ha presso a poco la stessa temperatura del fondo della piota.

Osservazione VI. Tavola VII. pag. 468-474, e quì sopra a pag. 30-33.

In contrario alla supposizione del freddo dell'erba in confronto dell'aria, è risultato inoltre che la stessa base della piota è anzi più calda del primo straticello d'aria che vi sovrasta ad un pollice di altezza, partecipando pure il fondo della piota del calore del terreno sottoposto, mentre la rugiada vi è la più abondante.

Presenta la Tavola, che nella notte 16 Dicembre 1831, calma e serena, erano collocati due termometri: uno all'altezza di un pollice dal fondo dell'erba, ed un altro a' piedi dell'erba stessa.

Ore 5. 1/2. Il primo, + 1°, 3; il secondo, + 2°.

Ore 6. 1/2. Il primo, — 0°, 7; il secondo, + 1°.

Ore 7. 3/4. Il primo, — 1°, 3; il secondo, 0°.

Ore 9. 1/4. Il primo, — 2°, 2, e coperto di rugiada gelata; il secondo, — 0°,5, con rugiada liquida.

Ore 10. 1/4. Il primo, — 1°, 7, con rugiada gelata; il secondo, — 0°, 5.

I segni termometrici furono confermati dal fatto, che ad un pollice di altezza la rugiada era gelata, e di sotto era liquida. Questo fatto singolare basta da sè solo a distruggere la ipotesi del Fisico Inglese, la quale suppone a rovescio lo straticello d'aria, che tocca l'erba, più caldo di questa.

La stessa Tavola VII. mostra che all'altezza di pollici 6. 1/2 l'aria era súbito più calda non solo di quella alta un pollice, ma dello stesso fondo dell'erba, con la differenza di mezzo grado e di un grado circa; cioè cominciava súbito quell'aumento di temperatura dal basso in alto, che tutte le mie Tavole mostrano rapido e costante fino all'altezza di quattro o cinque piedi.

Così le Tavole V. e VI., relative alla Osservazione V. (pag. 463-468 degli Annali 1831, e quì sopra a pag. 27 - 30), in notti di serenità, di calma e di rugiada, 28 Ottobre e 21 Novembre 1831, mostrano che un termometro alto dal fondo dell'erba 7 e 6 pollici era più caldo di un altro a' piedi dell'erba, variando da mezzo grado ad uno e a due gradi circa.

Ma discendendo da quelle piccole altezze, la temperatura era così decrescente, che prima di arrivare al fondo dell'erba si trovava quello straticello d'aria più freddo di tutto, ch'è mostrato dalla Tavola VII., e che si trova anche sopra il nudo terreno, secondo le precedenti Osservazioni II. e IV.

E confrontando tutte queste Osservazioni con la prima, risulta inoltre che d'inverno sopra la neve era men rapido l'aumento della temperatura dell'aria ascendendo, giacchè si è veduto che il massimo freddo dell'aria era a pollici 2. 1/2, ed a pollici 9. 1/2.

La Tavola VIII. (eretta sopra osservazioni della notte 19-20 Maggio 1832, calma, serena e rugiadosa), ed inserita negli *Annali delle Scienze ec.* del 1832, pag. 306, e quì sopra a pag. 66, con l'*Appendice alla Memoria su le cause della rugiada,* ha dimostrato che in mezzo all'erba di un prato, alta da uno a due piedi, furono collocati quattro termometri: uno in contatto del terreno in fondo dell'erba; un secondo co'l bulbo alto dal fondo dell'erba pollici 2 e linee 2; un terzo alto da quel fondo pollici 7; un quarto co'l bulbo a livello delle cime dell'erba. Il primo fu sempre il più caldo di tutti; più freddo di tutti fu il terzo, all'altezza di 7 pollici; il secondo, alto pollici 2 e linee 2, fu nelle prime ore un poco più caldo del terzo, ma nel corso della notte si sono eguagliati; ed il quarto a livello delle cime fu sempre più caldo del secondo e del terzo, e più freddo del primo.

Sicchè anche fra l'erba alta vi è la legge dell'aria fredda sopra il terreno caldo, e del massimo freddo nel primo strato sottile d'aria, ma con aumento di calore fra l'erba dal basso in alto men rapido che allo scoperto.

Fu questa la osservazione che con estrema esattezza mi ha mostrato quello che ho rammentato di sopra (§ I. n.° 4.), essere anche in mezzo all'erba alta di un prato la rugiada sempre più copiosa nelle parti inferiori fino anche in contatto co'l suolo, di quello che nelle parti superiori: fatto questo che basta da sè solo ad annichilare la ipotesi di Wells, perchè la rugiada è più copiosa là appunto dove è tolto il libero aspetto celeste. Al contrario è chiarissimo che la rugiada procede dal vapore terrestre condensato dal freddo dell'aria soprastante, che si trova anche in mezzo all'erba alta, e dai corpi che partecipano di quel freddo.

3.° La conclusione generale di tali osservazioni è questa: che, sia neve, sia terreno nudo, sia terreno coperto d'erba o bassa o alta, sempre in notti calme e serene, neve e terreno, comprese le superficie, hanno temperatura superiore a quella dell'aria soprastante; e ch'è una chimera smentita dal fatto il supposto freddo al di sotto dell'aria, sia della superficie del terreno nudo, sia del piano erboso, sia dell'erba alta. Cosicchè il caldo vapore terrestre che di notte ascende, stoltamente obliato dai Fisici di gabinetto seguaci di Wells, è la vera causa della rugiada, trovando l'aria fredda, ed i corpi freddi come l'aria, che lo condensano.

4.° Nell'Art. riportato dell'*Écho du Monde Savant* (§ II. num. 2. 3.), sotto l'égida *M. Melloni fait observer,* si trova scritto che *le froid observé près du sol ne provient pas du milieu ambiant, mais des corps solides qui y sont plongés*. Vale a dire, siccome i termometri smentiscono la ipotesi di Wells del caldo dell'aria in confronto dei corpi, non si vorrebbe più che i termometri misurassero la temperatura dell'aria: si vorrebbe attribuire il

freddo dei termometri non si sa bene se all' irraggiamento del vetro di cui i bulbi sono formati, o all' irraggiamento del terreno, o ad entrambi. Brevi parole bastano contro tali fantasie. In quanto al terreno, se riscalda un termometro in contatto (n.° 2.), non può raffreddarne un altro che sia alto uno o due pollici. In quanto al vetro dei bulbi, l' irraggiamento sarebbe lo stesso tanto ad uno o due pollici di altezza dal terreno, quanto a maggiori altezze di uno, due, tre, quattro e cinque piedi; anzi meglio. Ma così è invece, che il termometro segna più caldo, e rapidamente, a misura che s' inalza da quella piccola distanza dal terreno (n.° 2.): dunque falso che il freddo a piccola altezza dipenda da irraggiamento del vetro.

Se dunque non da irraggiamento del terreno, non da irraggiamento del vetro procede il freddo del termometro vicino a terra, procede in conseguenza dall' aria.

5.° I Fisici da gabinetto, fautori della ipotesi di Wells, avevano anche decantato che alcuni corpi molto emittenti il calore raggiante, come lana, corpi anneriti ec., si raffreddino nelle notti calme e serene di molti e molti gradi più dell' aria che li circonda, per esempio di 6°, 8°, 10° centigradi. E così hanno preteso, che coprendo i termometri di foglie metalliche, e togliendo così la facoltà emittente del vetro, divenissero molti gradi più caldi, segnando allora presso a poco la vera temperatura dell' aria.

Per vedere se tutte queste cose fossero vere, ho fatto nel 1831 il seguente esame.

Parti relative della Osservazione V. Tavola V. nella notte calma e serena del 28 Ottobre 1831 (pag. 463 e 465 degli Annali 1831, e quì sopra a pag. 27 - 30).

All' altezza di piedi 3 e pollici 11 dal suolo ho sospeso cinque termometri: 1.° nudo; 2.° vestito con dieci grani di cotone; 3.° vestito con dieci grani di lana; 4.° coperto con inchiostro della China; 5.° vestito di foglia d' argento.

Il n.° 2., vestito di cotone, nelle tre prime ore fu mezzo grado più basso del nudo, e nella quarta ora divenne più basso di un grado.

Il n.° 3., vestito di lana, nella prima ora fu precisamente eguale al nudo; nella seconda ora fu mezzo grado più basso; nella terza ora tornò eguale, e nella quarta ora divenne più basso poco più di mezzo grado.

Il n.° 4., coperto con inchiostro della China, nelle ore prima e seconda fu mezzo grado più alto del nudo; nelle ore terza e quarta eguale; e nella quinta ora divenne mezzo grado più basso del nudo. Finalmente quello vestito di foglia d' argento nelle prime ore fu prima mezzo grado, poi un grado più alto del nudo; nelle ore terza e quarta ritornò appena mezzo grado più alto; e nell' ora quinta era mezzo grado più basso.

Senza entrare nelle cause, comunque fossero, delle notate mutazioni, la conclusione fu questa: che nelle notti calme e serene in aperta campagna sono pochissimo o nulla sensibili ai termometri le diversità delle forze emittenti dei corpi che li rivestono, e ciò a causa della estrema debolezza d' irraggiamento di calore a quelle temperature; e che furono erronee le decantate differenze, in confronto dei termometri nudi, di tanti gradi in meno dei termometri vestiti di lana o con superficie annerite, e di tanti gradi in più di termometri vestiti di foglie metalliche.

E con questo di più, che i Fisici seguaci di Wells hanno anche esaggerato molto più di quello ch' egli abbia detto le differenze fra termometri nudi e termometri vestiti di lana, come ho notato a pag. 465 della Memoria del 1831, e quì sopra a pag. 28.

Con altra Osservazione (Tavola VI. pag. 365 degli Annali 1831, e quì sopra a pag. 28-29) della notte 21 Novembre 1831 ho fatto il confronto fra termometri vestiti di cotone e di lana collocati sopra un tavolo alto tre piedi, ed altri fuori del tavolo sospesi in aria alla stessa altezza, insieme con un termometro nudo.

Niuna differenza notabile fra i termometri vestiti su 'l tavolo, e quelli vestiti sospesi in aria.

Fino a tanto che l' aria fu calma, ed il cielo sereno, i termometri vestiti furono mezzo grado soltanto più freddi del nudo.

Quando l' aria era agitata, il termometro nudo era più sensibile dei vestiti all' effetto dell' agitazione, cioè alla mescolanza degli strati inferiori co' i superiori, perchè l'aria contenuta negl' involucri dei vestimenti era men facile a rinovarsi.

Per sostenere la ipotesi di Wells ci volevano quei tanti gradi asseriti di differenze di temperatura fra termometri vestiti e termometri nudi, ed a questi si accordava di misurare la temperatura dell' aria; ma essendo imaginarie e non reali le differenze, risulta anche per questa via la falsità dell' ipotesi, in quanto alla causa della rugiada.

## § IV. Prove sperimentali recenti dello stesso principio di fatto del § III. anche con termometri vestiti di foglie metalliche.

1.° Concentriamoci di nuovo all'argomento principale contro la ipotesi di Wells, che il terreno anche nudo è più caldo dell'aria incumbente, e che insieme il terreno nudo si bagna di rugiada.

Si è veduto di sopra (§ II. num. 1. 2. 3.), che questo argomento non avendo risposta, il Melloni dopo avere accordato il terreno più caldo di quell'aria, nè potendo negare che si bagni di rugiada, si è ridotto, relatore di esperienze altrui, a ritrattarsi, e a pretendere che a cielo scoperto ed aria tranquilla il primo strato superficialissimo di terreno sia più freddo dell'aria incumbente a due pollici di altezza; e si è veduto che ha preteso appoggiare tale ritrattazione all'uso di termometri vestiti di foglia di stagno.

È detto inoltre nella sua Relazione, che a due pollici di profondità il terreno era più caldo che alla superficie; ma non è detto qual rapporto di calore vi fosse fra i due pollici di profondità e i due pollici di altezza, come se tal confronto non fosse fatto. Anche questa omissione è notabile, oltre le altre circostanze di sopra rimarcate (§ II. num. 2. e 3).

Si è veduto (§ III. num. 1.-2., e Conclusione, n.° 3.) in quanti modi le mie osservazioni del 1831 abbiano mostrato al contrario, che nelle notti di rugiada, calme e serene, il primo strato comunque sottile della neve, del terreno nudo, e del terreno coperto d'erba o corta od alta, sia sempre più caldo del primo straticello d'aria incumbente, appunto anche a due pollici di altezza.

Nulladimeno, dopo la uscita alla luce di quell'Articolo nell'*Écho du Monde Savant* ho voluto fare in primo luogo nuovo esame di quanto mi era risultato nel 1831 a termometri nudi (§ II). Io aveva già veduto in quell'anno anche la pochissima o nulla differenza che vi è in notturna serenità fra due termometri, uno nudo e l'altro vestito di foglia d'argento (§ II. n.° 5.). Pure ho voluto vedere se i vestimenti di foglia di stagno operassero il portento di rovesciare l'effetto; cosicchè i termometri in aria a due pollici dal terreno divenissero più caldi di altri termometri alla superficie dello stesso terreno, o appena coperti. Passo ad esporre tali mie recenti esperienze.

2.° Notte 2 Aprile 1845, serenissima e con aria tranquillissima. In aperta campagna presso a Vicenza, e in tre luoghi distinti di terreno nudo recentemente lavorato, feci fare, battendo e spianando, una piazzetta, ove ho collocato tre termometri, uno poco alto dal terreno, un secondo in contatto, un terzo appena coperto co'l terreno; e come segue:

| STAZIONE I. | OSSERVAZIONI. | | |
|---|---|---|---|
| *Termometri nudi.* | Ore 7. 1/2 | Ore 9. | Ore 10. 3/4 |
| 1.° Alto dalla superficie del terreno pollici 1. 1/2 . . . . . . . . . . . . . . . | + 5.° 1/4 | + 3° | + 2° |
| 2.° In contatto co'l terreno . . . . . . . . | + 7° | + 5.° 1/2 | + 4° |
| 3.° Appena coperto co'l terreno . . . . . . | + 8° | + 6° | + 5° |
| STAZIONE II. | | | |
| *Termometri nudi.* | | | |
| 1.° Alto dalla superficie del terreno pollici 1. 1/2 . . . . . . . . . . . . . . . | + 5° | + 2.° 1/2 | + 2° |
| 2.° In contatto co'l terreno . . . . . . . . | + 5.° 1/2 | + 3° | + 2.° 1/2 |
| 3.° Appena coperto co'l terreno . . . . . . | + 6.° 1/2 | + 3.° 1/2 | + 4° |
| STAZIONE III. | | | |
| *Termometri nudi.* | | | |
| 1.° Alto dalla superficie del terreno poll. 2. | + 4° | + 3° | + 2.° 1/2 |
| 2.° In contatto co'l terreno. . . . . . . . . | + 5° | + 3.° 1/2 | + 3° |
| 3.° Appena coperto co'l terreno . . . . . . | + 6° | + 5° | + 3.° 3/4 |

## *Annotazioni.*

Il terreno della Stazione I., appartenente ad un orto, era inclinato verso Mezzogiorno di 10 o 12 gradi. Quindi essendo più riscaldato di giorno degli altri due terreni orizzontali, i termometri 2.° e 3.°, massimamente nella prima ora, risentirono quella differenza.

Alle ore 9 ho trovato che il termometro n.° 3. della Stazione II. era alquanto scoperto. Avendolo coperto di più, è avvenuto che nella terza ora fu mezzo grado più caldo che nella seconda.

Alle ore 9 e 10 la rugiada vi era su i termometri, inumidiva il nudo terreno, e bagnava l'erba dei viali e di parti di terreno non lavorate.

## *Conclusione della esperienza.*

Mi fu confermato, come nel 1831 (§ III.):

Che il primo straticello d'aria incumbente al nudo terreno è più freddo di uno, due e tre gradi del primo straticello comunque sottile dello stesso terreno;

Che i termometri in contatto co'l nudo terreno segnano una temperatura media tra il freddo del primo straticello d'aria, ed il caldo del primo straticello di terreno.

3.° Ora vengo alle sperienze che ho fatto con termometri vestiti di foglia di stagno, co'l confronto di altretanti termometri nudi, per vedere se la legge seguita da questi sia da quelli rovesciata.

Osservazione nella notte 10 Aprile 1845 in aperta campagna presso a Vicenza: cielo affatto sereno ed aria tranquillissima. Nelle medesime Stazioni I. e III. di nudo terreno della notte 2 Aprile, di cui sopra (num. 2).

| STAZIONE I. | pomeridiane | |
|---|---|---|
| *Termometrografi a minimum ad alcool, co' i bulbi alti due pollici dal terreno.* | Ore 8. | Ore 9. |
| 1.° Nudo . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | + 4°. 1/2 | + 4° |
| 2.° Vestito di foglia di stagno . . . . . . . . . . . . . . | + 5° | + 4°. 1/2 |
| *Termometri a mercurio, ambedue vestiti di foglia di stagno.* | | |
| 3.° In contatto co'l nudo terreno . . . . . . . . . . . . | + 8° | + 7° |
| 4.° Appena coperto co'l terreno. . . . . . . . . . . . . | + 8° | + 7° |
| STAZIONE III. | | |
| *Tutti i termometri a mercurio.* | | |
| *Termometri sospesi in aria, alti due pollici dal terreno.* | | |
| 1.° Nudo. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | + 5° | + 5° |
| 2.° Vestito di foglia di stagno . . . . . . . . . . . . . | + 5°. 1/2 | + 5°. 1/2 |
| *Termometri in contatto co'l nudo terreno.* | | |
| 3.° Nudo . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | + 5°. 3/4 | + 5°. 1/2 |
| 4.° Vestito di foglia di stagno. . . . . . . . . . . . . | + 6°. 1/4 | + 5°. 1/2 |
| *Termometri appena coperti co'l terreno.* | | |
| 5.° Nudo. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | + 8°. 1/2 | + 7° |
| 6.° Vestito con foglia di stagno . . . . . . . . . . . . | + 9° | + 7° |

Alle ore 8 la rugiada era abondante, ma non giungeva ad un piede di altezza su l'erba, o su le foglie di piante che spuntavano.

Alle ore 9 la rugiada era più abondante; avea inumidito il terreno nudo, e bagnati i tubi dei termometri sdrajati 3. 4. 5. 6.; ma giungeva appena a due piedi d'altezza, ed era decrescente dal basso in alto.

Questa osservazione smentisce pienamente la ipotesi di Wells; giacchè le fogliette oltre i due piedi aveano il libero aspetto celeste tanto quanto le inferiori bagnate, ed anche più.

È poi anche smentito dalle esposte osservazioni termometriche, che i vestimenti di foglie metalliche rendano i termometri appena coperti di terra più freddi di quelli sospesi in aria a due pollici di altezza, come fu scritto a Napoli (§ II. num. 2. e 3). Invece anche i termometri vestiti di foglie metalliche mostrano la stessa legge dei nudi; cioè che il primo straticello d'aria è più freddo del primo straticello comunque sottile di terreno; come anche risulta dalle seguenti osservazioni, dopo le quali parlerò delle piccole differenze fra i termometri nudi e i vestiti, posti nelle medesime circostanze.

Aggiungo, che alle ore 10 della detta notte essendosi il cielo coperto di un velame, ed essendo anche sopragiunto il vento, sparirono le differenze fra i termometri sospesi a due pollici dal terreno, e quelli giacenti su 'l terreno, o appena coperti. Avendo potuto osservare i quattro della Stazione I., ed i numeri 1. 5. 6. della Stazione III., ho veduto che tutti si erano ridotti presso a poco a + 7°.

Osservazioni nella notte 13 Aprile 1845 in aperta campagna presso a Vicenza: cielo sereno ed aria tranquilla. Con gli stessi termometri usati nelle osservazioni della notte 10 Aprile, e nelle Stazioni II. e III. di terreno nudo della notte 2 Aprile (n.° 2).

| *Stazione II. della detta notte 2 Aprile. Termometrografi a minimum, sospesi in aria, alti due pollici dal terreno.* | *pomeridiane* Ore 8. | Ore 10. 1/2 |
|---|---|---|
| 1.° Nudo | + 5°. 3/4 | + 4° |
| 2.° Vestito di foglia di stagno | + 6°. 1/4 | + 4° |
| *Termometri ambedue vestiti di foglia di stagno.* | | |
| 3.° In contatto co 'l terreno | + 7° | + 5°. 1/2 |
| 4.° Appena coperto co 'l terreno | + 7°. 1/4 | + 5°. 1/2 |
| *Stazione III. della notte 2 Aprile. Termometri sospesi in aria, alti due pollici dal terreno.* | | |
| 1.° Nudo | + 5°. 1/2 | + 4° |
| 2.° Vestito di foglia di stagno | + 6° | + 4° |
| *Termometri in contatto co 'l nudo terreno.* | | |
| 3.° Nudo | + 7° | + 5° |
| 4.° Vestito di foglia di stagno | + 7° | + 5° |
| *Termometri appena coperti co 'l terreno.* | | |
| 5.° Nudo | + 7° | + 5° |
| 6.° Vestito di foglia di stagno | + 7°. 1/2 | + 5°. 1/2 |

Alle ore 8 la rugiada era abondante su l'erba corta, e mancava su l'erba un poco alta. E pure avea questa più libero l'aspetto celeste. Ecco di nuovo smentita la ipotesi di Wells.

Alle ore 10. 1/2 rugiada molto più abondante; il terreno era più bagnato che da principio; ed erano molto coperti di rugiada i tubi dei termometri sdrajati 3. 4. 5. 6.

La rugiada giungeva appena ai quattro piedi d'altezza, decrescente come al solito dal basso in alto; sicchè erano appena inumidite a quell'altezza le foglie già spuntate di alcuni arbusti. Ecco di nuovo che il libero aspetto del cielo non è la causa della rugiada.

Anche le osservazioni della notte 13 Aprile mostrano, pure co' i termometri vestiti di foglie metalliche, che di notte calma e serena il primo strato, comunque superficialissimo, del terreno è più caldo del primo straticello d'aria; ed essere falso il rovescio che si vuole far credere con sperienze di Napoli (§ II. num. 2. 3).

La piccolezza dei bulbi dei termometri usati nelle due notti 10 e 13 Aprile fu causa della piccola o niuna differenza in alcune ore, massimamente della notte del 13, fra quelli di semplice contatto, e quelli coperti appena di terra. Trattandosi di bulbi assai piccoli e di terreno smosso, che non è piano perfetto, è ben facile collocarli in modo che restino quasi sepeliti. È ben chiaro che quanto più grosso sarà il bulbo in contatto del terreno, più parteciperà del freddo dell'aria soprastante, e meno del calore del terreno.

Due circostanze trovo rimarcabili nelle osservazioni di ambedue quelle notti. L'una, che i termometri vestiti di foglia metallica erano da principio mezzo grado circa più caldi dei termometri nudi, tanto se sospesi in aria, come nell'anno 1831 (§ III. n.° 5.), quanto se in contatto del terreno, o appena coperti. L'altra, che quelle differenze per lo più svanivano nella seconda ora delle osservazioni. La prima mostra che la differenza è dovuta al contatto e alla maggiore conducibilità metallica. La seconda dipende da ciò: che nella prima ora era più pronta la trasmissione di calore per mezzo del metallo; e che in séguito le due trasmissioni, l'una più pronta, l'altra più lenta, della stessa quantità di calore si eguagliavano.

Comunque però sia di tali differenze, la legge della maggiore temperatura del terreno anche nudo, per quanto si voglia superficiale, in confronto del primo strato d'aria soprastante, nelle notti calme e serene, è una legge di fatto costante e incontrastabile, che risulta da tutte le mie sperienze antiche e recenti; e tanto co' i termometri nudi, quanto con termometri vestiti di foglie metalliche. Questa legge di fatto è bastante a distruggere la teoría illusoria del Fisico Inglese, come viene ammessa, perchè anche il nudo terreno si bagna di rugiada (§ I. n.° 4., § II. n.° 1).

4.° Espongo anche una esperienza della notte 8 Aprile 1845, nella quale non vi era perfetta serenità, e lo stato dell'atmosfera in alto era assai variabile, mentre a basso l'aria era a bastanza tranquilla.

L'ho fatta sopra il terreno nudo della Stazione I. della notte 2 Aprile 1845.

| | Ore 10 pomerid. Cielo coperto interrottamente, e scoperto al zenit. |
|---|---|
| *Termometri sospesi in aria a due pollici dal terreno nudo.* | |
| 1.° Nudo | + 8° |
| 2.° Vestito di foglia di stagno | + 8.° 1/2 |
| *Termometri in contatto del terreno.* | |
| 3.° Nudo | + 9° |
| 4.° Vestito di foglia di stagno | + 9° |
| *Termometri appena coperti di terreno.* | |
| 5.° Nudo | + 9°. 1/2 |
| 6.° Vestito di foglia di stagno | + 10 |
| *Temometrografi a* minimum *sospesi in aria, co' i bulbi alti due pollici dal terreno.* | |
| 7.° Nudo | + 8° |
| 8.° Vestito con foglia di stagno | + 8° |

La rugiada era abondante, avea inumidito il terreno, e coperto anche i tubi dei termometri 3. 4. 5. 6. su quello sdrajati.

Mentre alle 10 pomeridiane si è verificata la legge del freddo del primo strato d'aria, e del caldo del primo strato di terreno, nelle ore successive, essendosi il cielo coperto di più, svanì la differenza fra aria e

terreno: tutti i termometri si sono eguagliati a + 9°, e si conservavano tali anche all' ora 1. 1/2 dopo mezzanotte. La rugiada in quella notte si è poco alzata; giungeva in quell' ultima ora appena all' altezza di quattro piedi, e sempre decrescente dal basso in alto.

Quella uniforme e durabile temperatura di tutti i termometri a + 9° fu conforme all' effetto che producono le nubi di riscaldare il primo strato d' aria (§ I. n.° 4): il che ha impedito anche il progressivo raffreddamento del primo strato di terreno, che accade sempre nelle notti serene e calme. In somma, non mai in nessuna circostanza la superficie del terreno è più fredda dell' aria soprastante.

5.° Il sig. Zantedeschi, Professore a Venezia, conoscendo l'Articolo dell' *Écho du Monde Savant* (§ II. n.° 3.), e le mie sperienze in contrario, anche recenti, ebbe il lodevole scopo di conoscere da sè stesso la verità, e mi ha comunicato quanto segue.

*Nelle prime ore della notte 24 Aprile 1845, calme e serene, avea collocato dei termometri in terreno nudo dell' Orto Botanico dell' I. R. Licéo. Uno alto 4 linee dal suolo segnava + 11°, mentre un altro in contatto della terra segnava + 12°, ed un altro appena coperto di terra era a + 13°. Essendosi rimescolata l' aria per agitazione sopragiunta, alle ore 9. 1/2 tutti tre i termometri si ridussero a + 13°.*

Di più mi ha riferito di non aver trovata differenza nella stessa posizione fra un termometro nudo ed un altro annerito, nè fra il nudo ed un altro vestito di foglia d' oro; fuorchè una volta trovò quest' ultimo mezzo grado più alto. Tutto questo è conforme alle mie sperienze.

6.° Nelle mie *Risposte*, di cui sopra (§ I. n.° 2), ai signori Melloni e Bellani, § VII., scorrendo quello che fu scritto da tanti autori, e che il Melloni mostrò d' ignorare, *dell' irraggiamento notturno, e della ipotesi di Wells circa la causa della rugiada,* ho mostrato che, fra tanti scrittori, pochi furono gli osservatori di quello che avviene in campagna; e che gli stessi osservatori furono tratti nell' errore di credere che un termometro alto quattro o cinque piedi dal suolo misurasse la temperatura dell' aria, ed un altro posto in contatto del terreno misurasse la temperatura di questo. D' onde hanno creduto il primo strato di terreno più freddo dell' aria soprastante.

Invece le mie sperienze hanno mostrato fino dal 1831 la fallacia di quelle misure: perchè vi è rapido aumento di temperatura, e di più gradi, nelle notti serene e calme dal basso e sottile strato d' aria fino a quattro o cinque piedi d' altezza; perchè quel primo e sottile strato d'aria è più freddo del primo strato comunque sottile di terreno; e perchè un termometro in contatto di quello partecipa ad un tempo e del suo calore e del freddo dell' aria ambiente; e vie più di questo freddo, secondo ch' è più grosso il bulbo del termometro.

Ho rimarcato ch' era tanto ignota quella rapida gradazione nell' aria fino a quattro o cinque piedi di altezza, che Marcet, ignorando forse le mie sperienze, si è sorpreso nel 1838 di trovare un termometro alto due piedi dal suolo alcuni gradi più basso di un altro alto cinque piedi (*Risposte,* § VIII).

Ultimamente, dopo la publicazione nell'*Écho du Monde Savant* dell'Articolo a cui ora rispondo, trovandomi a Venezia, mi è giunto a cognizione, per altrui gentilezza, il seguente brano di *Marc Auguste Pictet* nel suo *Essai de Physique,* Tom. I. Génève 1790, Chapitre VIII. pag. 171: *Expériences sur la température de l' air à diverses hauteurs.*

*Il y a de quoi surprendre,* § 136. *Ie n' appercus pas sans une extrème surprise de le premier jour de mes observations cette marche singulière.* E passando a parlare della freschezza della notte: *Effectivement le thermomètre suspendu à 4 lignes du terrain était pour l' ordinaire encore plus bas que celui à 5 pieds; mais le thermomètre enterré sous cette surface était par contre de beaucoup plus haut qu' aucun des autres, et la terre conservait une partie de la chaleur considérable qu' elle avait acquis pendant le jour: elle formait donc ainsi comme une espèce de poêle, sur le quel régnait immédiatement une couche d' air frais, et au dessus de cette couche on retrouvait l' air plus chaud.*

Quantunque Pictet non abbia precisata quella rapida gradazione di aumento di calore dal primo straticello d' aria, più freddo di tutto, fino a cinque piedi d' altezza, ch' è determinata con serie di termometri dalle numerose mie Tavole del 1831 e sopra la neve, e sopra il terreno nudo, e sopra il terreno coperto d' erba; pure ho la compiacenza d' essermi incontrato con lui nel punto essenziale, che basta ad annichilare la ipotesi di Wells, ben posteriore al suo *Essai de Physique,* e publicata a Londra nel 1814: quello cioè, che il primo straticello d' aria soprastante al terreno è più freddo del primo strato, comunque sottile, dello stesso terreno. Ed ora si vede che il sig. Melloni, con la sua ritrattazione appoggiata alla pretesa esperienza in un giardino di Napoli (§ II. num. 1. 2. 3.), viene a cimentarsi non solo contro di me, ma anche contro lo stesso Pictet.

## § V. Riflessioni ulteriori su l'Articolo ripetuto nell'*Écho du Monde Savant,* di cui al § II.

1.° Se anche non vi fossero i fatti (§§ III. IV.), che dimostrano falsa la proposizione del freddo superficiale del terreno in confronto dell'aria incumbente nelle notti calme e serene, brevi e semplicissime riflessioni servirebbero a convincere quell'errore.

In primo luogo bisogna spogliare il terreno della sua conducibilità, per fare che a due pollici di profondità sia più caldo dell'aria incumbente, e che alla superficie sia invece più freddo di quella, come si vuole far credere con la pretesa esperienza in un giardino di Napoli (§ II. n.° 3). Ed è ben noto che la conducibilità del terreno pe'l calore non è piccola cosa.

In secondo luogo Melloni o dimentica o disimula, come fecero tutti i teorici da gabinetto che esaltarono nei loro scritti la ipotesi di Wells, che dal terreno ascende continuamente di notte vapor aqueo. Secondo la stessa sperienza, attribuita ora al solo Padre Del-Verme, ora anche a Palmieri, un termometro alla profondità di due pollici dal terreno non ha il freddo che si vuole attribuire alla superficie (§ II. n.° 3). Ed è chiaro che a maggiore profondità è maggiore il calore che conserva di notte il terreno; come anche dalla mia Tav. II. Osservazione II. del 1831, di cui sopra (§ III. n.° 2).

Ascendendo adunque di notte dal terreno vapor caldo come lo stesso terreno, è impossibile che traversando la superficie, la lasciasse così fredda anche più del primo strato d'aria incumbente, come viene preteso nel detto Articolo.

Si noti che il terreno, massimamente smosso, non è un continuo, per cui possa essere limitata la sua evaporazione alla sola superficie, la quale in quel caso non è che una idéa geometrica.

In fatto io trovai bagnato il terreno di rugiada anche a profondità maggiore di due pollici (§ I. n.° 4). Era quello il vapore che nell'atto di ascendere si condensava nell'aria, ed anche nel primo strato di terreno, meno caldo che alla profondità da dove il vapore partiva.

2.° Per quale ragione all'altezza di due pollici dal suolo fu usato a Napoli un termometro vestito di foglia di stagno, invece che nudo (§ II. n.° 3.)? Perchè si sapeva che il termometro nudo segnava a quell'altezza più freddo che alla superficie del terreno; e perchè co'l termometro vestito si pretendeva rovesciare la legge: il che non è riuscito (§ IV). Si volle cioè far credere che il termometro nudo irraggiasse tanto calore verso il cielo, da ridursi non solo più freddo dell'ambiente, ma anche più freddo del primo strato superficiale del terreno: strato che pure si vorrebbe raffreddato per irraggiamento proprio. Un tanto irraggiamento dei termometri nudi, anche senza essere compensato dal contatto dell'aria, è un assurdo. In tal caso il raffreddamento notturno dei termometri nudi, sospesi in aria a cielo sereno, sarebbe maggiore secondo la piccolezza dei bulbi, a causa delle maggiori superficie in relazione alle masse. Non andrebbero dunque d'accordo termometri a bulbi piccoli con altri a bulbi maggiori: quelli sarebbero più freddi di questi. Tale conseguenza necessaria del tanto irraggiamento supposto dei bulbi nudi è contraria al fatto, come risulta anche dalle mie sperienze. Queste inoltre dimostrano essere in quelle notti assai piccole o nulle le differenze fra termometri nudi, e termometri vestiti di foglie metalliche. E di più dimostrano che le differenze non dipendono da irraggiamento dei bulbi nudi, perchè le stesse differenze vi sono anche se i termometri sono coperti di terra (§ IV. n.° 3).

3.° Ho detto che una bava di ragno non può acquistare temperatura inferiore a quella dell'aria che la circonda, e che pure vi si attacca abondante rugiada (§ I. n.° 4). Si risponde nell'*Écho,* usando il suddetto argomento (n.° 2.), che quanto più grande è la superficie rispetto alla massa, maggiore è il freddo prodotto da irraggiamento. Ma si dimentica che lo stesso argomento, tratto dalla maggiore superficie in relazione alla massa, vale anche pe'l riscaldamento co'l contatto dell'aria. Si considera il solo irraggiamento, e nulla si considera il contatto dell'aria, il cui effetto sarebbe sempre ben più forte di quello dell'irraggiamento. Cancellando dal conto l'effetto del contatto dell'aria, si viene a concludere la ridicolaggine, che una bava di ragno sia in quelle notti di tanti e tanti gradi più fredda dell'aria.

Si disprezza quasi come *vulgaire* la osservazione, che la bava di ragno contrae rugiada. Ma con le privilegiate osservazioni dei Fisici da gabinetto non si è fatto altro, nell'argomento della rugiada, che fabricare un labirinto di confusioni e di contradizioni (*Risposte,* § VIII).

Sono appunto le osservazioni vulgari, e le più semplici, che distruggono i vaneggiamenti teorici in questa materia. Fra le altre quel bagnarsi di rugiada il nudo terreno più caldo dell'aria, che fece tanto va-

cillare il sig. Melloni, da ridurlo a negare quel calore del terreno più dell'aria, che prima aveva accordato (§ II. n.° 1).

4.° Avendo io riscontrato in fatto (§ IV. n.° 3) essere una fallacia quel freddo superficiale del terreno in confronto dell'aria a due pollici di altezza, che si volea far credere co'l mezzo di termometri vestiti di foglie metalliche, non dovrei occuparmi ulteriormente di quell'Articolo ripetuto dall'*Écho du Monde Savant*, che fu dettato evidentemente da spirito di partito (§ II. num. 1. e 2). Pure ne dirò qualche altra cosa.

Si prosegue così: *Deux thermomètres revetus également d'une feuille d'étain, furent placés à la même élévation: l'un dans une touffe d'oeillets, l'autre à l'air libre. L'air étant calme et le ciel serein, le thermomètre en contact avec la plante se trouva* constamment plus bas de quelques degrés *que celui qui était suspendu librement dans l'air, comme dans les expériences du Professeur Palmieri.*

Le mie sperienze, fatte nel 1831 in notti serene e calme, mi hanno dati i seguenti risultati.

Sia neve, sia terreno nudo, sia terreno coperto d'erba bassa o alta, sempre in notti calme e serene, neve, terreno e piano erboso, comprese le loro superficie, hanno temperatura superiore a quella del primo strato grosso uno o due pollici dell'aria soprastante (§ III. n.° 3).

Un termometro a'piedi dell'erba corta avea presso a poco la stessa temperatura di un altro sospeso ad un pollice di altezza dal nudo terreno (§ III. n.° 2. Osservazione IV. Tav. IV).

Il fondo dell'erba corta è più caldo del primo straticello d'aria che vi sovrasta grosso un pollice. Questo è provato dai termometri, ed anche da ciò, che a quell'altezza la rugiada era gelata, e di sotto era liquida (§ III. n.° 2. Osservazione V. Tav. VII).

Conseguenza immediata è questa: che un termometro alto un pollice circa dal fondo dell'erba corta è alquanto più freddo di un altro alla stessa altezza sopra il nudo terreno. La causa è evidente. Il terreno coperto d'erba si riscalda di giorno meno del terreno nudo; e la stessa erba corta, che di notte partecipa di sopra del freddo dell'aria, e di sotto del calore del terreno, serve a difendere in parte da quel calore ciò ch'essa può inviluppare.

Così al Bengala l'aqua presso terra si ripara con paglia o canne dal calore del terreno, e si congela pe'l freddo del primo strato d'aria (*Risposte ec.* § XV).

In conseguenza di tali principj può essere che un termometro collocato in mezzo ad un cespo di garofani sia un poco più freddo di un altro in aria alla stessa altezza dal nudo terreno. Io ne feci l'esame come segue.

Notte 11 Maggio 1845, calma e serena. In un orto aperto presso a Vicenza.

| *Termometri collocati in un cespo di garofani troncato dei lunghi suoi getti, ed alti dal suolo pollici 2, linee 5.* | *pomeridiane* | | |
|---|---|---|---|
| | Ore 8. 1/2 | Ore 10. | Ore 11. 1/2 |
| 1.° Nudo . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | + 5.° 1/2 | + 5°. 3/4 | + 4°. 3/4 |
| 2.° Vestito di foglia di stagno. . . . . . . . . | + 5°. 3/4 | + 6° | + 5° |
| *Termometri sospesi in aria sopra il nudo terreno, alti egualmente pollici 2. linee 5, e distanti dai primi 8 poll. circa.* | | | |
| 3.° Nudo . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | + 6° | + 6° | + 5° |
| 4.° Vestito di foglia di stagno. . . . . . . . . | + 6°. 1/2 | + 6°. 1/2 | + 5°. 1/2 |

È dunque esagerato e falso quel *constamment plus bas de quelques degrés*, parlando del termometro nel cespo di garofani in confronto di un altro alla stessa elevazione. La piccola differenza mostrata dalla mia osservazione dipende dalla stessa causa sopra dichiarata; per cui un termometro alto un pollice dal fondo della piota è più freddo di un altro alto un pollice dal nudo terreno. Tanto in un caso che nell'altro non ci entra per causa l'irraggiamento.

Il termometro in aria, vestito di foglia metallica, era bensì mezzo grado più caldo del nudo. Ma anche in mezzo ai garofoni, dov'era tolto in gran parte l'aspetto del cielo, il termometro vestito era un poco più caldo del nudo. E siccome ciò avviene anche ai termometri coperti di terra (n.° 3.), la differenza dunque non procede da irraggiamento dei termometri nudi, ma dal contatto co'l metallo e co'l vetro, come ho detto di sopra (n.° 2).

La rugiada nel tempo di quella mia osservazione era abondante, e si alzava nel progresso della notte. Bagnava il terreno e le piante, e n'erano bagnati egualmente i tubi e le scale di tutti e quattro i termometri: forse i bulbi vestiti erano bagnati un poco meno dei nudi, per le cause addotte rispetto ai metalli nel § XV. delle mie *Risposte*.

Nulla prova in quel caso un effetto d'irraggiamento notturno di calore, e meno ancora che questo sia causa di rugiada: sicchè fu una vanità per la teoría di Wells la esperienza fatta a Napoli co'i garofani.

5.° L'Articolo dell'*Écho du Monde Savant* riporta inoltre, relatore sempre Melloni, una storia di molte lastre di vetro orizontali, verticali ed inclinate, esposte di notte nel giardino del *Padre del-Verme*. Dopo ch'è smentito da tanti fatti (§§ III. e IV.) il decantato freddo di uno strato superficiale del terreno in confronto del primo strato d'aria soprastante, non si sa più cosa credere.

Ma tutto quanto si dice di quelle lastre nel giardino è anche inconcludente. Altri hanno sperimentato con lastre di vetro su la rugiada dei campi, senza cavarne frutto alcuno in favore della ipotesi di Wells. È assai notabile, che parlando delle lastre di vetro esposte in quel giardino, si ometta di rimarcare il notissimo effetto, che quelle collocate su'l suolo o vicine si bagnano prontamente di sotto. Tutto è diretto a voler prescindere dal vapore del terreno.

Su di che basti rammentare la esperienza del Prof. Zantedeschi, riportata negli *Annali delle Scienze* del 1833, pag. 102, e nelle mie *Risposte*, § III., che un sacco di tela incerata, con entro una tavola di noce, posato su l'erba, a certa ora dopo l'occaso era bagnato di sotto, e non di sopra; e che un termometro sotto al sacco era più caldo di alcuni gradi d'un altro di sopra. Fu quella l'epoca in cui il sig. Bellani, che avea predetto il contrario, cioè che la tela incerata dovesse bagnarsi di sopra, e non di sotto, fu costretto di accordare una rugiada dipendente dal vapor caldo del terreno, e dall'aria fredda di sopra che lo condensa, consolandosi di chiamarla *distillazione*, per non dire *rugiada*, come ho detto nelle *Risposte*, § III. n.° 3.

Secondo l'Articolo, il *Padre del-Verme* avrebbe trasportata una lastra di vetro dentro una cassetta rettangolare sopra un terrazzo della casa, all'altezza di 54 piedi, e l'avrebbe poi trovata *très-humide de rosée*.

All'altezza di 54 piedi rugiada sopra una fabrica, mentre in campagna spesso non arriva alle sommità degli alberi? Avendo io trovato d'estate il suo límite dai 20 ai 30 piedi, e d'autunno, tempo in cui più abonda la rugiada, dai 30 ai 44 piedi, sempre con la legge di decremento dal basso in alto (*Risposte*, § XI.), posso dire francamente che a 54 piedi d'altezza in campagna non potrebbe mai essere che minima, o nulla. Ma quel *très-humide*, che non si trova in campagna a quell'altezza, si vuole averlo trovato su le fabriche di Napoli!

Tutto è studio evidente di fabricare la rugiada senza il vapore del terreno; e l'Articolo conclude a proposito di quella portentosa rugiada cittadina: *comment en rendre compte dans l'hypothèse selon la quelle la rosée s'éleverait du sol?* Gli rispondo, che per rendere conto della vera rugiada bisogna andare in campagna, dove esiste, e dove quel vapore non manca.

6.° Con gli sforzi di rendere la rugiada indipendente dal vapore terrestre il sig. Melloni si pone in lotta co'l medesimo Wells. Questi non fu così stolto da non considerare per niente il vapore terrestre, come poi fecero i suoi seguaci da gabinetto. Fu anzi convinto che quel vapore di notte si condensa, e bagna i corpi. Ecco un passo della *Bibliothèque Britannique* del 1815, Tom. LVIII. pag. 289, parlando del *Saggio su la rugiada* di Wells. *L'auteur discute longuement la question de savoir si la rosée monte ou descend. Il ne nie point les faits avancés à l'appui du premier des ces systèmes par les Physiciens qui l'ont embrassé; tels que la présence de la rosée sous une cloche de verre, cette même présence sur le gazon et les plantes peu élevées; tandis que les arbres n'en ont point encore: enfin l'observation citée par lui même, savoir que la surface inférieure d'un plateau de métal posé sur terre dans une nuit humide, se couvre de rosée; tandis que la surface supérieure demeure sèche. Mais il explique assez naturellement tous ces faits en partant de sa théorie, sans nier toutefois q'une aliquote de la vapeur condensée ne s'élève du sol; mais cette portion est la moindre.*

Con tutto quel vantato *assez naturellement* delle spiegazioni di Wells con la sua teoría, e non riportate dalla *Bibliothèque*, fu costretto infine egli medesimo a riconoscere il vapore del terreno e la sua conden-

sazione, presso a poco come vi fu costretto il Bellani dopo essersi lungamente dibattuto in contrario (*Risposte*, § III).

Si vede che Wells in fine del conto si è ridotto ad una questione di quantità: cioè quanta rugiada dipenda da quel vapore condensato, e quanta ne resti per la sua teoría; nè si sa con quale misura abbia preteso ridurre la prima minore della seconda, nè come abbia preteso associare le due rugiade. La prima è un fatto incontrastabile, e da lui stesso infine non contrastato; la seconda, lungi dall' essere dimostrata, è figlia di un sistema, è un fantasma.

I suoi settarj poi abbracciarono il solo fantasma illusorio, e lasciarono da canto la reale condensazione del vapore terrestre, riconosciuta pure dal loro maestro.

Ho mostrato nelle mie *Risposte* (§ V.), secondo le mie *Conclusioni* del 1831, pag. 474, e qui sopra a pagina 23 e seg., quello che avrebbe dovuto farsi, e che non fu mai fatto, per dare alla seconda rugiada d'irraggiamento dei corpi un tale fondamento da poter essere ammessa nella scienza.

7.° In fine è probabile che se il sig. Melloni, il quale si è imbarrazzato con la rugiada, malissimo istruito dei fatti del fenomeno e di quanto ne fu scritto, avesse saputo che il medesimo Wells fu costretto a riconoscere la rugiada procedente dal vapore del terreno caldo, che si condensa nell' aria fredda, non si sarebbe abbandonato ultimamente al disperato partito di ritrattare la sua riconoscenza, che il terreno è più caldo dell' aria *persino negli ultimi strati superficiali*, correggendo il contrario pronunciato da Kaemtz (§ I. n.° 1.); nè sarebbe uscita alla luce, sotto la sua influenza, quella narrazione di pretesi esperimenti, smentita da precise e ripetute sperienze in contrario (§ IV. num. 2. 3. 4. 5., e § V. n.° 4.), conformi ad altre numerose sperienze degli anni 1831 e 1832 (§ III), e conformi ad altre sperienze antiche di Pictet (§ V. n.° 6.): narrazione che serve di base alla sua ritrattazione.

---

## Della pretesa misura del calorico raggiante co'l mezzo del termo-moltiplicatore.

(Nota inserita negli *Annali delle Scienze ec.* del 1834, pag. 49.)

---

Il sig. Melloni si è occupato a misurare il calorico raggiante co'l termo-moltiplicatore inventato dal sig. Nobili, e da lui modificato, il quale, com'è ben noto, consiste in una pila di due metalli alternati e saldati insieme, bismuto ed antimonio, fornita di un galvanometro (*Annales de Chimie et de Physique*, Octobre 1831, pag. 198). Ma come questo strumento così composto non dà che effetti termo-elettrici o anche più precisamente termo-magnetici; e siccome non si sa ancora minimamente, ad onta di tante scoperte di fatto, nè come il calorico ecciti le correnti elettriche, o si trasformi in queste; nè come le correnti elettriche eccitino le correnti magnetiche, o si trasformino in queste, e nè meno cosa siano calorico, correnti elettriche, magnetismo; e molto meno come una di queste forze dia causa all'altra: così è assai azzardato ed arbitrario il voler dedurre con Tavole numeriche, dalle quantità dei risultati magnetici su l'ago del galvanometro, le quantità di calorico da cui hanno origine; il quale in sè stesso non si conosce se non come una forza che dilata il volume dei corpi; e non è più tale, cioè non si conosce più per calorico, allorquando quel medesimo principio di azione produce invece effetti tanto diversi, come sono gli elettrici e i magnetici.

Niuno poi ha dimostrato che un genere di effetti sia di quantità proporzionale all'altro; e nella profonda ignoranza in cui siamo di quel comune principio attivo, e dei modi con cui le sue azioni si trasformano, siamo ben lontani dal poter misurare l'una con l'altra.

Così si sa che la luce si trasforma in calorico, e reciprocamente; ma quella non può essere la misura di questo: come ne abbiamo un esempio nei raggi lunari, che sono affatto privi di effetti calorifici sensibili, per quanto siano concentrati. Sicchè commetterebbe un errore chi dalla quantità di luce lunare volesse dedurre la quantità di calorico de'suoi raggi.

E siccome il principio attivo di cui si fa cenno, sorgente di tutti i fenomeni calorifici, elettrici e magnetici, e principio di tutta la mecanica molecolare, non è mai isolato dalla materia ordinaria, vale a dire non è una sostanza da sè, ma una forza insita nella stessa materia, perchè da per tutto vi è trasporto di materia ponderabile (vedi gli *Annali delle Scienze del Regno Lombardo-Veneto* 1831, pag. 304, e Volume II. pag. 32); così da un effetto all'altro devono esservi grandi differenze, secondo le diverse sorgenti da cui emana l'azione, e secondo i diversi corpi per cui passano le correnti, essendochè nei passaggi vi è deposizione di materia, e riassunzione di materia nuova.

Così lo stesso sig. Melloni, usando le zone isoterme dello spettro solare, trovò che due calori di eguale intensità secondo il termometro, ma l'uno misto a' raggi colorati del prisma, l'altro oscuro, non erano trasmessi per una lamina d'aqua in modo da produrre effetti eguali su 'l suo moltiplicatore.

Per esempio, il calore dei raggi violetti ha nello spettro solare, al di là del massimo, il suo equivalente, ma oscuro. Quello per una lamina d'aqua passava in modo da produrre un effetto sensibile su'l moltiplicatore, e questo non ne produceva alcuno (*Annales de Chimie et de Physique,* Décembre 1831, pag. 131). Benchè ciò abbia dell'analogía con l'azione magnetica d'altronde cognita, se bene contrastata, dei raggi violetti, il sig. Melloni a ciò non bada, perchè vuol fare del suo moltiplicatore un termometro. E mentre distingue anche nei raggi violetti il calore dalla luce, con che lo rende equivalente a quello oscuro della zona isoterma al di là del massimo dello spettro, ne deduce, ad onta di questa equivalenza, che il primo passi per la lamina d'aqua, ed il secondo no. Ma invece la sua esperienza non porge altra conclusione, se non questa, che mentre i due calori sono equivalenti pe 'l termometro, o sia per la dilatazione dei corpi, non sono più tali nel produrre per mezzo dell'aqua gli altri effetti di elettricità e di magnetismo.

Così lo stesso sig. Melloni ha trovato che a traverso una lamina d'aqua il calore di un ferro rovente non agiva su'l suo moltiplicatore, mentre vi agiva, per mezzo della stessa lamina d'aqua, un calore ben più debole di una lampada collocata a certa distanza (*Bibliothèque Universelle,* Avril 1832, pag. 337).

Egli ha concluso da ciò la esistenza di due qualità distinte di raggi calorifici; e doveva invece conchiuderne la esistenza di due diverse azioni elettro-magnetiche, perchè l'azione calorifica, o sia dilatatrice del volume dei corpi, è una sola, qualunque sia la sorgente; ed egli con le sue sperienze non l'ha misurata. Per dilatare il termometro, tanto è il calore che procede da un metallo riscaldato, quanto quello che procede da una fiamma, o da un liquido bollente; per quell'effetto tanto è il calore oscuro, quanto il luminoso a certa distanza; ma il calore di un metallo velenoso, per esempio del rame, è nocivo alla salute, ferisce fortementè i nervi, e si manifesta anche all'odore.

Dunque fra calore e calore vi è differenza, secondo la natura dei corpi dai quali procede, benchè il termometro sia indifferente.

Co 'l calore vi è materia trasportata; e questa non dev' essere indifferente nella produzione degli altri effetti, come sono gli elettrici e i magnetici.

Simili riflessioni fanno nascere altra esperienza del sig. Melloni circa i differenti effetti su 'l suo moltiplicatore, che produceva la stessa sorgente di calore per la interposizione più tosto di un corpo che dell'altro. Siccome il calore raggiante, trasportando materia, ne lascia e ne prende di nuova nei corpi pe' i quali passa, come fanno le correnti elettriche; così sono tante le sue modificazioni, quante sono le sorgenti, e quanti sono i corpi, pe' i quali si trasporta: benchè al termometro, o sia alla dilatazione dei corpi, tali modificazioni siano indifferenti. Cosicchè calorico, o sia forza di dilatazione, non è che un astratto, e di questo astratto si è poi formato nella fantasía dei Fisici un fluido imponderabile.

Ma proseguiamo con le più recenti esperienze del sig. Melloni, fatte sempre co 'l suo strumento, il quale, come si è detto, egli vuole ridurre a termometro, mentre non è altro che uno strumento elettro-magnetico (*Annales de Chimie et de Physique,* Mai 1833, pag. 5).

È ben vero che, poste le altre cose eguali, crescendo l'azione calorifica di una data sorgente p. e. con l'avvicinamento, crescono le deviazioni del galvanometro; ma questo non basta per fare che lo strumento sia un termometro, e per erigerne delle Tavole numeriche di rapporti calorifici. Egli doveva premettere una serie di esperienze, la quale presentasse una Tavola di corrispondenze fra le deviazioni dell'ago magnetico del suo moltiplicatore, e i gradi di dilatazione di un termometro ordinario. Quando egli avesse trovate costanti tali corrispondenze, qualunque fosse la sorgente di calore, e qualunque fosse il mezzo interposto al suo passaggio, allora avrebbe potuto usare come termometro il suo strumento, riducendo le deviazioni dell'ago ai corrispondenti segni termometrici. Senza di ciò le sue sperienze non dánno altro che effetti elettro-magnetici

i quali, per quanto si è detto, hanno un rapporto assai vago, e forse assai variabile, secondo la natura della sorgente e secondo il mezzo trapassato, con le azioni calorifiche da cui vengono prodotti.

Quindi le numerose Tavole che il sig. Melloni ha erette, non sono attendibili per concludere, com' egli vorrebbe nelle ultime colonne di quelle, le quantità di raggi calorifici trasmessi da una data sorgente, variando i mezzi di passaggio, o per lo stesso mezzo variando le sorgenti.

Per tali ragioni, ed anche indipendentemente da queste, riescono incertissime le altre deduzioni troppo generali ed assai frettolose che l'Autore ha tratte dalle sue sperienze, per formare dei sistemi.

Tali sono, per parlare soltanto delle principali: che i liquidi sieno in generale meno permeabili dei solidi dal calorico raggiante; che la trasmissione di questo non abbia alcun rapporto co' i gradi di trasparenza dei corpi, o sia con la trasmissione della luce, e che invece stia in ragione del potere rifrangente; che i mezzi violetti ed azurri siano i più trasmittenti, e i mezzi verdi i meno; che vi siano due sorta di calori, uno più rifrangibile, e l'altro meno; e che infine il vetro nero-opaco trasmetta una grande quantità di calore raggiante (*Annales de Chimie et de Physique*, Mai 1833; e *Bibliothèque Universelle*, Octobre et Novembre 1833).

Un fatto fra gli altri merita particolare attenzione, perchè l'Autore lo ha verificato facendo uso anche dei termometri ordinarj, e di altri mezzi; ed è quello, che il sal-gemma trasmetta con somma facilità, e più di ogni altro corpo da lui sperimentato, il calorico raggiante anche di basse temperature.

Al contrario, secondo il suo strumento, il calorico raggiante della mano, e in genere di basse temperature, sarebbe completamente arrestato dal vetro. Se il suo strumento fosse un vero termometro, ne sorgerebbe da questo fatto un argomento potentissimo contro la ipotesi, già d'altronde in tante forme redarguita, che di notte serena i corpi terrestri si raffreddino di molto pe'l calorico raggiante da loro inviato negli spazj celesti; imperocchè è invece provato che un termometro coperto con una campana di vetro si raffredda tanto e così prontamente, come un termometro scoperto. (Vedi gli Annali del 1831, pag. 456, Osservazione II. Tavola II.; e quì sopra a pag. 23.)

## Esperienze su'l calorico raggiante di MELLONI (*Annales de Chimie et de Physique*, Avril 1834, pag. 337; e *Bibliothèque Univ.*, Janvier 1835, pag. 49).

(Nota inserita negli *Annali delle Scienze ec.* 1836, pag. 109.)

Negli Annali del 1834, pag. 49, e quì sopra a pag. 224, parlando delle sperienze su'l calorico raggiante dal sig. Melloni fatte co'l termo-moltiplicatore, e con sorgenti artificiali di calore, fu rimarcato che per sostituire questo strumento al termometro nel determinare i diversi rapporti di quantità di azione calorifica dei raggi, sarebbe stato necessario stabilire prima con una serie di esperienze, che vi fosse una costante corrispondenza fra le deviazioni dell'ago magnetico del moltiplicatore e le dilatazioni del termometro, qualunque fosse la sorgente di calore e qualunque fosse il mezzo trapassato; imperocchè per *calore* s'intende la forza dilatatrice dei corpi, e quello strumento non dà che effetti elettro-magnetici, comunque prodotti dallo stesso calore. Essendo affatto ignoto in qual modo il principio del calore, già comune a tanti altri effetti, generi o si trasformi in corrente elettro-magnetica, e quali cause vi concorrano; niente prova sinora che la forza di quelle correnti sia proporzionale alla forza dilatatrice dei corpi da cui prende origine co'l mezzo dello strumento.

Di più fu anche rimarcato, che essendovi nei raggi calorifici materia trasportata (vedi gli Annali del 1834, pag. 218, e Volume I. pag. 267), tante devono essere in virtù di questa le loro modificazioni, quante sono le diverse sorgenti e i diversi mezzi trapassati; ed essendovi materia trasportata anche nelle correnti elettriche, è ben naturale il pensare che negli effetti dei raggi calorifici su'l termo-moltiplicatore v'influisca talmente la materia trasportata, che forse non riescano gli effetti stessi proporzionali alla semplice forza dilatatrice di que' raggi: forza che costituisce il carattere del calore.

Il sig. Melloni nelle successive Memorie quì sopra citate ha dato un gran numero di altre sperienze, ove co'l confronto delle quantità di effetti ottenuti co'l medesimo strumento, ha inteso vie più comprovare la sua deduzione, che a guisa dei raggi della luce esistano raggi eterogenei di calore dotati di qualità diverse, i quali vengano emessi in diverse proporzioni dalle varie sorgenti, e vengano assorbiti in diverse proporzioni dai differenti mezzi.

Si vede bene che contro tali deduzioni resta sempre l'objetto, che le quantità di effetto elettro-magnetico non provano le quantità di azione calorifica. Co'l sottomettere alle stesse sperienze i raggi solari usando termometri, l'Autore avrebbe potuto formarsi un fondamento di deduzioni, ma invece le sue sperienze su i raggi solari e co'l termometro furono limitatissime, e soltanto secondarie.

Per istabilire poi che il calore sia costituito da raggi eterogenei come quelli della luce, converrebbe determinarne il numero e le loro qualità specifiche che li distinguessero l'uno dall'altro, come si fa appunto riguardo ai raggi della luce. Invece il sig. Melloni, con quell'equivoco fondamento di effetti elettro-magnetici, non ha che accennata in genere la esistenza di raggi eterogenei, senza determinarne un numero ed un sistema.

Con le diverse materie trasportate si può rendere ragione degli effetti da lui osservati su'l suo strumento, senza ricorrere ad una originaria eterogeneità dei raggi stessi.

Indipendentemente poi dalle sue supposizioni, l'Autore è giunto a mettere in chiaro la rifrangibilità dei raggi calorifici di sorgenti terrestri anche oscure; e ci limiteremo a riferire questa parte la più interessante delle sue Memorie, ch'è scevra dalle oscurità dei sistemi.

Che il calore raggiante sia in genere soggetto a rifrazione, era già provato dalle sperienze co'l prisma su i raggi del Sole, giacchè oltre di trovare inegualmente distribuito il calore nelle varie zone dello spettro, furono trovati anche raggi calorifici oscuri al di là del rosso. Ciò facea già prevedere che i raggi di sorgenti terrestri fossero pure rifrangibili; e Melloni lo ha provato incontrastabilmente con la seguente sperienza.

La pila termo-elettrica comunicante co'l galvanometro è collocata al fondo di un tubo di metallo internamente annerito. Ad una certa distanza, fuori della direzione dell'asse del tubo, è collocata una sorgente di calore, come una fiamma, o un vaso di rame pieno d'aqua bollente; e vi è un riparo con un foro, pe'l quale passa un fascio di raggi calorifici. Presso l'apertura del tubo vi è un prisma di sal-gemma con l'asse verticale (sostanza che l'Autore trovò la più trasmittente di tutte i raggi calorifici), sopra una faccia del quale cade quel fascio di raggi, mentre l'altra faccia, che forma angolo con quella, è rivolta all'apertura del tubo. Girando opportunamente il prisma su'l suo asse, avviene una deviazione del galvanometro. I raggi calorifici che la producono provengono dalla faccia del prisma rivolta al tubo, mentre sono incidenti dalla sorgente su l'altra faccia a questa rivolta. Dunque v'ha rifrazione.

Un altro distinto esperimento dell'Autore è quello di aver trovato che lamine di vetro nero o di mica nera, fraposte fra una sorgente di calore ed il termo-moltiplicatore, lasciano passare raggi oscuri che fanno deviare l'ago del galvanometro: d'onde ha dedotto che vi siano corpi opachi per la luce, e trasmittenti i raggi del calore. Senza contendere la conseguenza, nasce però naturalmente la domanda, perchè non abbia egli adoperato il vetro nero a separare nei raggi del Sole i calorifici dai luminosi, rendendo sensibile l'effetto ad un termometro; e non abbia anche usate lenti di vetro nero, esplorandone gli effetti al loro foco. Nelle sue Memorie non si trovano queste importanti esperienze, per confrontare gli effetti del termometro con quelli del termo-moltiplicatore.

Così giacchè ha trovato che il sal-gemma trasmette quasi la totalità dei raggi calorifici, perchè non concentrare con lenti di questa sostanza i raggi solari, per esplorarne gli effetti calorifici di confronto con quelli delle lenti di vetro o di altre sostanze?

Così pure con un prisma di sal-gemma avrebbe dovuto trovare, secondo le sue deduzioni, nelle varie zone dello spettro, co'l mezzo dei termometri, quantità di raggi calorifici grandemente superiori a quelle che si trovano co'i prismi di vetro.

Niente di tutto questo si trova nelle sue Memorie; ed invece di termometri vi è sempre in campo il termo-moltiplicatore, il quale non può dare fondamento ad un sistema di deduzioni relative al calore raggiante, finchè non viene eretta con le sperienze una Tavola di corrispondenze costanti fra le sue indicazioni e le termometriche.

## Estratto di Rapporto fatto all'Academia delle Scienze di Parigi su le sperienze di Melloni, relative al calorico raggiante (*Bibliothèque Universelle,* Avril 1835, pag. 395).

Questo estratto, che non è estratto, è soltanto destinato a far conoscere quello che i Commissarj dell'Academia di Parigi hanno aggiunto del proprio ai lavori di Melloni nell'atto di approvarne le sperienze. Formarono sopra i detti lavori una loro ipotesi particolare, che chiamano *definizione dei flussi calorifici raggianti.* Suppongono il flusso composto di filetti differenti in quanto all'essere assorbiti o trasmessi. Ogni filetto ha una legge sua particolare di assorbimento comune a tutte le sue parti, ma differente da un filetto all'altro. Il filetto in questo modo è semplice; ma è semplice per una lastra, e non per un'altra di diversa natura, nella quale può invece essere suddiviso in filetti d'ineguale assorbimento. Quindi un fascio di raggi è filetto, e un filetto è fascio di raggi secondo le diverse sostanze che trapassano. Ogni filetto poi uscito da una sostanza si trova con le sue originarie qualità, senz'altro cangiamento che quello della intensità. Quindi anche il flusso totale.

Con questo giro di parole i signori Commissarj non hanno fatto che ripetere il puro effetto, che una sostanza assorbe e trasmette meno di un'altra; e in luogo di aver data una *definizione,* si sono anche posti in contradizione co'i fenomeni osservati da Melloni: imperocchè il far uscire il flusso da una lastra con le originarie sue qualità è contrario al fatto, che passando per quella si rende più o meno atto a trapassarne delle altre di diversa natura: fatto per cui Melloni ha dedotto, i raggi dover subire delle modificazioni delle loro qualità dalle lastre che trapassano; il che si può spiegare con la materia trasportata, come si è accennato di sopra.

---

## Esperienze ulteriori su'l calore raggiante del sig. Melloni.

(Nota inserita negli *Annali delle Scienze ec.* del 1836, pag. 164-168.)

---

Dopo stampato nel Bim. II. di quest'anno, pag. 109 (vedi quì sopra a pag. 226), l'Articolo su le sperienze di Melloni, e l'altro a pag. 111 (vedi quì sopra a pag. 228), circa i pochi cenni fatti dalla *Bibliothèque Universelle* su'l Rapporto dei Commissarj dell'Academia delle Scienze di Parigi, si è avuto il Rapporto stampato; e di più è giunto il Fascicolo di Dicembre 1835 degli *Annales de Chimie et de Physique,* che comprende altre sperienze dell'Autore su'l medesimo oggetto.

Da quel Rapporto, e da una Nota addizionale fattasi all'atto della stampa, si vede che i Commissarj e lo stesso Melloni si sono convinti che per sostituire il termo-moltiplicatore al termometro nel determinare i diversi rapporti di quantità di azione calorifica dei raggi, è necessario provare che gli effetti elettro-magnetici predotti su'l moltiplicatore siano proporzionali alla forza calorifica dei raggi: prova questa che mancava nelle Memorie di Melloni, come si è notato nel primo dei suddetti Articoli, e in altro anteriore, in questi Annali del 1834, pag. 49, e quì sopra a pag. 224.

Se l'Autore e i Commissarj intendono di avere ignorato quell'Articolo del 1834, anteriore al Rapporto, che rimarcava la detta mancanza, sarà dunque vero che hanno riconosciuto da sè stessi la giustizia di quella objezione, e che l'hanno trovata di tale importanza da doversi applicare con forze riunite alla sua soluzione, come consta aver essi fatto dallo stesso Rapporto e dalla Nota addizionale.

Con quella Nota hanno dichiarato che *la proporzionalità fra le impressioni ricevute dalla pila* (termo-elettrica), *e le quantità di calore emesse dalle sorgenti raggianti, è presa per base fondamentale in tutte le deduzioni di Melloni.* Se dunque non riuscisse una vera dimostrazione di quella proporzionalità, tutte le deduzioni del Melloni resterebbero in sospeso, ancorchè fossero legitime conseguenze del principio. Sarebbero poi fallaci nel caso che risultasse invece, o adesso o un altro giorno, la non-proporzionalità: nel qual caso le sue sperienze sarebbero nulladimeno sempre importanti, anzi forse di più, come relative ad un genere di azione

diversa dalla calorifica; massimamente verificandosi che avessero una dipendenza da quei trasporti di materia, dei quali si è fatto cenno nei citati Articoli degli Annali.

Resta dunque da vedere se e in qual modo l'Autore e i Commissarj dimostrino con certezza la detta proporzionalità: nel che è notabile, che in luogo di essere naturalmente scaturita dai fatti esperimenti, l'hanno presupposta; ed hanno poi cercato dei mezzi particolari onde provarla, come consta a pag. 449 del Rapporto: sicchè vi è entrata di mezzo una predilezione pe'l sistema già prestabilito.

L'assunto è per sè stesso di somma difficoltà per la complicazione di cause e di effetti con forze ancora del tutto ignote, che intervengono fra l'azione prima calorifica dei raggi su le giunture dei due metalli costituenti la pila, e l'effetto ultimo di deviazione che soffre l'ago magnetico.

Non si sa come da quella prima azione calorifica vengano generate le correnti elettriche nel sistema dei due metalli, le quali poi sommate insieme vengono trasmesse pe'l filo del galvanometro. È del tutto ignoto inoltre come da quella corrente venga generata una forza magnetica, nè quale sia questa forza magnetica, nè come facia a far deviare l'ago in direzioni normali alle correnti che passano per le circonvoluzioni del filo.

Il pretendere di fare di tale strumento un termometro, sicchè in tutte quelle produzioni e trasformazioni di azioni si conservi una esatta proporzionalità fra la forza calorifica o sia dilatatrice dei corpi che hanno i raggi percotenti le facce della pila, e l'effetto ultimo della deviazione dell'ago magnetico, senza che le molte cause ignote intervenienti alterino punto quella proporzionalità; ciò si presenta già per sè stesso un assunto assai scabroso.

In primo luogo il Rapporto da pag. 443 a 449 parla dei metodi di dedurre le quantità di forze magnetiche agenti su l'ago dalle deviazioni di questo dalla sua posizione naturale di riposo, o invece anche dalle escursioni che fa su'l quadrante prima di ridursi al riposo.

Indi a pag. 449 e seguenti il Rapporto si prefige di provare che quelle forze magnetiche siano proporzionali alle intensità calorifiche dei raggi percotenti le giunture dei metalli che compongono la pila.

Con una prima esperienza Melloni *ha cercato di provare,* nel caso di un contatto immediato senza raggi, la proporzionalità fra le differenze di temperatura e le deviazioni del galvanometro; e ciò con l'immergere i poli della pila in liquidi di temperature conosciute e diverse. Ridusse la pila a due soli elementi, antimonio e bismuto; ma, ad onta di tale riduzione, ogni differenza di temperatura misurabile co' i termometri, applicata in quel modo alla pila, avrebbe prodotto un effetto eccessivo su'l galvanometro per la sua delicatezza. Melloni ha dovuto diminuire *immensamente* l'azione, trasmettendola dalla pila al galvanometro per mezzo d'un filo di ferro finissimo. Non si vede Tavola di tali esperienze: i Commissarj però assicurano che le deviazioni dell'ago calamitato erano esattamente proporzionali alle differenze di temperatura. Ma oltrechè non si conosce quale influenza possa avere avuta quell'*immenso* indebolimento, non era questo il caso dell'azione dei raggi su le facce dei metalli congiunti, dentro i quali si generano le correnti. Sembra da questa prima esperienza, e da quanto esprime il Rapporto in relazione alla stessa, che si abbia voluto supporre che l'azione dei raggi di calore su la pila non facia che riscaldare diversamente i suoi poli; mentre invece vi genera correnti elettriche, le quali si sommano, e passano al galvanometro.

A proposito delle quali correnti è molto notabile che il Rapporto dei Commissarj non ne parli, come se non esistessero: anzi in più e più luoghi, quando si tratta della pila, parla soltanto d'impressioni calorifiche ricevute, di assorbimento dell' irraggiamento calorifico, d'elevazione di temperatura, di differenze di temperatura; e quando si tratta del galvanometro, parla di sviluppo di magnetismo, o di forza magnetica sviluppata nel filo conduttore. Tutto ciò alle pag. 442. 443. 444. 448. 449. 450. È noto invece che il filo del galvanometro non fa che ricevere le correnti elettriche sviluppate dentro la pila, e sommate insieme. Oltr'essere ciò noto dai principj del termo-magnetismo, su i quali è costruita la pila, lo stesso Melloni nelle sue Memorie relative, presentate all'Academia di Parigi prima con Nobili, poi da sè stesso, dichiarò apertamente che al galvanometro si trasmettono le correnti elettriche eccitate nel sistema della pila dall'azione del calore. (*Annales de Chimie et de Physique*, Octobre 1831, pag. 198; e *Bibliothèque Universelle,* Janvier 1835, pag. 1.)

Sembra che nel Rapporto si voglia ridurre nella pila solo calore, e nel galvanometro sviluppo di magnetismo, per avvicinarsi alla desiderata e prefissa proporzionalità, e per togliersi dall'imbarrazzo di mostrare, che tutte le correnti dentro la pila, tanto nel loro eccitamento, quanto nella loro riunione, siano e si conservino proporzionali alla forza calorifica dei raggi.

In quanto agli sperimenti, per passare al vero caso i Commissarj fecero costruire un termoscopio differenziale ad aria, co' i recipienti di metallo cubici, che aveano le dimensioni trasversali della pila di Melloni. Fu posta prima la pila con le sue facce scoperte fra due sorgenti di calore di diversa natura in modo che, regolando le distanze, il galvanometro si riducesse allo stato di equilibrio fra le due contrarie azioni.

Sostituito alla pila il termescopio co' i due recipienti, sembra (da quanto dice il Rapporto) che non sia riuscito egualmente l' equilibrio fra le due contrarie azioni dilatatrici. Ma esposto uno solo dei due recipienti ad ambedue le sorgenti, successivamente l' índice si è fermato allo stesso punto. Quindi fu concluso che vi siano state due azioni eguali dei raggi, benchè di sorgenti di diversa natura, tanto su 'l termo-moltiplicatore, quanto su 'l termoscopio.

Non si dice quali fossero le diverse sorgenti di calore; e la esperienza fu una sola, con la detta circostanza, che su la pila le due azioni furono simultanee, e su 'l termoscopio successive: sembrando, come si è detto, che la eguaglianza delle azioni simultanee su 'l termoscopio non fosse riuscita. Niuno certamente ammetterà che tale isolata esperienza dimostri la desiderata legge di proporzionalità fra le forze calorifiche dei raggi e gli effetti elettro-magnetici dello strumento.

Fu fatta una terza esperienza, che non è riuscita. Si fece irraggiare su la pila un cubo di metallo vuoto, di sottili pareti, con la faccia verso la pila annerita, e pieno di un liquido caldo, che si lasciava raffreddare spontaneamente. Le deviazioni del galvanometro non ebbero un rapporto costante con gli eccessi di temperatura del liquido misurati co 'l termometro sopra la temperatura dell' ambiente.

Il risultamento era dunque contrario alla proporzionalità. Ma i Commissarj hanno invece dedotto, che *siccome tutte le altre sperienze* (e non vi erano che le due precedenti) *provano che le impressioni sofferte dalla pila erano proporzionali alla intensità delle forze calorifiche raggianti, così si dovea concludere che la parete annerita del vaso ricevesse dal liquido interno a traverso il metallo quantità di calore sempre proporzionalmente minori a misura che la temperatura del liquido abbassava.*

Mentre dunque la esperienza era diretta a provare la proporzionalità, dopo il fatto contrario si è continuato a supporla, per dedurre dalle stesse indicazioni dello strumento dei rapporti di calore, e quindi una conseguente spiegazione dell' effetto ottenuto. Il Rapporto dice inoltre che quell' effetto contrario era già da prevedersi, quantunque non preveduto; imperocchè altre esperienze posteriori di Melloni, che vengono riferite, hanno provato che le trasmissioni raggianti a traverso sostanze diafane erano minori delle proporzionali alle temperature nell'abbassarsi di queste. Ma nel caso del vaso di metallo non si trattava di trasmissioni raggianti; e di più il Melloni, in quelle sue sperienze di trasmissioni raggianti, per estimare i rapporti di calore fece sempre uso dello stesso strumento, ch' è in controversia se possa servire da termometro.

Il decidere di rapporti costanti o variabili d' intensità calorifiche con l' uso dello stesso strumento non è altro che un circolo vizioso.

Tali sono le sperienze riferite nel Rapporto in favore della *base fondamentale di tutte le deduzioni del Melloni;* dalle quali esperienze emerge quanto fosse allora mal fondata quella base. Vediamo se vi sia stato supplito con la Nota addizionale, quando gli stessi Commissarj aveano già ormai ammesso quel principio nel loro Rapporto.

Una sola esperienza viene ancora addotta in prova che l' effetto elettro-magnetico prodotto su 'l termomoltiplicatore dai raggi di una stessa sorgente decresceva in ragione inversa dei quadrati delle distanze. Una spira di plátino incandescente schiacciata, e riscaldata da una fiamma d' alcool, pure schiacciata, era la sorgente del calore. Una Tavola presenta a tre sole distanze le intensità relative delle azioni magnetiche sofferte dal galvanometro, e presenta eguali i prodotti di quelle intensità moltiplicate pe' i quadrati delle distanze.

Ma se anche vi fosse una Tavola numerosa di esperienze fatte con diverse sorgenti di calore, che mostrasse per ciascuna la stessa legge, ciò non proverebbe che fossero poi proporzionali alle forze calorifiche gli effetti ottenuti con lo strumento da sorgenti di diverse temperature, da sorgenti di diverse nature, e da raggi trasmessi per diversi mezzi. Ed è in ciò che consiste la base fondamentale delle deduzioni del Melloni e degli stessi Commissarj.

Se, per esempio, venisse provato che nei raggi calorifici vi è materia trasportata, ed influente nelle correnti elettriche producenti gli effetti magnetici (materia che sarebbe varia secondo le diverse sorgenti e i diversi mezzi trapassati), dalle intensità degli effetti magnetici ottenuti con lo strumento di Melloni, non si potrebbero dedurre le intensità delle forze calorifiche dei raggi.

Si concluderà pertanto, che nè co 'l Rapporto fatto all'Academia delle Scienze, nè con la Nota addizionale fu provato, con quella certezza che sarebbe necessaria, il principio ammesso dallo stesso Rapporto, che servì di base fondamentale alle deduzioni del Melloni tratte dalle sue sperienze: deduzioni che formano un intiero corpo di sistema molto esteso e complicato; e principio che servì di base anche ad una vaga intempestiva teoría di *flusso calorifico*, tutta propria dei Commissarj, di cui si è fatto cenno nel Bim. II. di quest'anno, pag. 111 (vedi quì sopra a pag. 228), la quale occupa una gran parte del Rapporto.

---

In una recente Memoria del sig. Melloni, inserita negli *Annales de Chimie et de Physique*, Décembre 1835, pag. 418, si trovano le seguenti esperienze, in parte riferite anche nel suddetto Rapporto dei Commissarj.

Nello spettro solare, ottenuto con un prisma di sal-gemma, l'Autore ha trovato che il calore è crescente dalle parti più rifrangibili alle meno rifrangibili, e che inoltre cresce al di là del rosso per uno spazio oscuro presso a poco eguale a quello del giallo; dopo del quale vi è decremento rapido, e in fine completo alla distanza del rosso di circa una metà della lunghezza dello spettro.

Facendo passare tutto lo spettro per uno strato d'aqua fra due vetri, l'ultimo límite oscuro si avvicina al límite rosso; e vie più secondo ch'è grosso lo strato. Nello stesso tempo il *maximum* di temperatura passa da parti meno rifrangibili a parti più rifrangibili; talchè crescendo la grossezza dello strato, quel *maximum* percorre anche il rosso ed il giallo, e si trova all'origine del verde quando lo strato è grosso 300 millímetri.

Da ciò conclude l'Autore, che senza dubio una parte di calore oscuro dei raggi solari traversa l'umor aqueo dell'occhio, e giunge alla retina.

Ma in altro luogo della stessa Memoria adduce una conseguenza contraria in favore della teoría delle onde eteree-calorifere di Ampère, che viene tratta dalla seguente esperienza. Il calore oscuro d'un globo di ferro non passa uno strato d'aqua di 3 o 4 millímetri; ma tosto che il globo è caldo-rosso v'ha una leggiera trasmissione, accusata da un termoscopio molto sensibile. Per l'umor aqueo dell'occhio non passa dunque che il calore luminoso.

Facendo passare lo spettro solare, dato da un prisma di sal-gemma, per una lastra di vetro, ancora il *maximum* di temperatura passa a parti più rifrangibili, la zona di calore oscuro si restringe; ma tutto ciò meno che nel caso del passaggio per l'aqua.

Nel passaggio per vetri colorati lo spettro naturalmente si áltera ne' suoi colori; ma la intensità di calore si conserva crescente dal violetto al rosso, e il *maximum* resta presso a poco nella stessa posizione.

Trasmettendo i raggi solari per un sistema d'aqua e di vetro verde colorato con l'ossido di rame, l'Autore è giunto a depurarli da ogni calore, ottenendo una luce pura, la quale benchè concentrata con le lenti non esercitava azione calorifica sensibile ai termoscopj più delicati.

Siccome le alterazioni nei raggi calorifici dello spettro, prodotte da interposizione di mezzi scolorati e colorati, non corrispondono alle alterazioni che soffrono i raggi luminosi, e spesso avvengono le une in senso contrario alle altre, il Melloni crede perciò di poter concludere che luce e calorico raggiante abbiano origine da due cause diverse.

Questa conseguenza, che veramente non si mostra legitima da quelle premesse finora anche oscure, viene a contrastare la teoría di Ampère, da lui lodata nella stessa Memoria, e che fa consistere non solo la luce, ma anche il calore, in ondulazioni di etere: teoría di cui si è parlato nel Bim. I. di quest'anno, pag. 36, § IV., e Vol. II. pag. 86.

Ma il Melloni, per conciliarsi con Ampère, propone con una Nota in via di transazione, che *i raggi luminosi e i raggi calorifici consistano in due modificazioni essenzialmente distinte della maniera d'essere del fluido etereo.*

È questo un suono di parole senza significato, ma che pur basta a non urtare di fronte gli altri suoni egualmente vani di parole, che costituiscono quella teoría. Tale specie di transazioni su le fantasíe teoriche dei famosi è divenuta un costume di rispetto, giacchè anche i rispetti dettano ora regole alla scienza; come se la natura fosse a disposizione dei fabricatori di sistemi.

I sognatori delle vibrazioni d'etere non hanno ancor detto come dipendano da quelle anche gli effetti chimici della luce, e come consistano in vibrazioni anche il calorico latente, lo specifico, e il calorico nativo, di cui si è parlato negli Annali del 1833, pag. 92, e Vol. I. pag. 177.

## Sopra la polarizzazione del calore. MELLONI. (*Annales de Chimie et de Physique*, Avril 1836, pag. 375.)

(Nota inserita negli *Annali delle Scienze ec.* del 1836, pag. 329.)

Due lastre di tormalina, sovraposte con gli assi di cristallizzazione paralleli, lasciano passare la luce, e niente affatto quando i due assi sono perpendicolari fra loro. Questa differenza dipende dalla così detta polarizzazione della luce.

Per sperimentare se si polarizzi anche il calore raggiante, si fa nello stesso modo. Il calore trasmesso per le due lastre ad assi paralleli dovrebbe sparire quando gli assi sono perpendicolari.

Il sig. Melloni, che negli *Annales de Chimie et de Physique,* Aprile 1834, pag. 369, avea riferito di avere sperimentato con la sua pila termo-elettrica, che in tutte due le posizioni degli assi delle tormaline e nelle intermedie passa la stessa quantità di raggi calorifici di sorgenti terrestri, ed avea quindi concluso che non si polarizzano, viene ora ad annunziare che si polarizzano in parte, adducendo di avere trovato con la stessa pila termo-elettrica il contrario di quello che avea detto anteriormente: cioè con nove coppie di tormaline successivamente sperimentate, le quali polarizzavano completamente la luce, ha trovato che nella posizione ad assi perpendicolari passavano raggi di calore in minore quantità; e ha determinata la diminuzione da 3,71 a 21,89 centesime parti del primo calore trasmesso ad assi paralleli. Ha sempre supposto in questa estimazione, che gli effetti magnetici sofferti dall'ago del galvanometro sieno proporzionali alla forza calorifica, o sia dilatatrice dei corpi, dei raggi percotenti una delle facce della pila: supposizione per altro che non è provata, come si è mostrato negli Annali del 1834, pag. 49, e quì sopra a pag. 224; e 1836, pag. 109. 164, e quì sopra a pag. 226. 228.

L'Autore rende ragione della differenza dal niente a qualche cosa di polarizzazione di calore fra i primi suoi risultamenti e questi ultimi con la maggiore sensibilità di una pila ultimamente usata, e con certi amminicoli in aggiunta adoperati nelle ultime sue ricerche. Ma se l'uso che faceva in passato delle sue pile portava tali errori, sono dunque inesatte tutte le Tavole delle precedenti sue Memorie, alle quali appoggiò un complicato suo sistema di deduzioni; vale a dire, le differenze di trasmissioni in quelle rappresentate sono minori delle reali, ed egli passò come eguali le trasmissioni che tali non erano. E questi errori vi sarebbero sempre, anche supposta vera la suddetta proporzionalità.

Intende egli con la maggiore sensibilità della pila, e con gli amminicoli adoperati ultimamente per la polarizzazione del calore, aver tolte le cause delle incertezze e degli errori di deduzione; ma invece il suo nuovo apparecchio è tanto più complicato, che ancora meno può servire da termometro.

I raggi della sorgente di calore sono mandati da un riflettore paralleli sopra una lente di sal-gemma; al foco di questa è collocato l'incrociamento o centro di figura delle due tormaline; i raggi trasmessi da queste, e divergenti, cadono sopra una seconda lente di sal-gemma collocata a distanza focale da quel punto; indi emergono da quella paralleli, entrano nel tubo ad essi parallelo della pila termo-elettrica, percuotono la sua faccia; e quì succede l'altra primitiva complicazione delle correnti elettriche per ogni coppia, che si sommano, che passano al filo del galvanometro, che scorrono per le sue circonvoluzioni, e che fanno deviare l'ago magnetico.

Ma le tormaline si riscaldano co'i raggi concentrati su d'esse dalla prima lente; quindi su la seconda cadono mescolati insieme raggi trasmessi ed emessi. Come dunque attribuire ai soli trasmessi gli effetti su'l galvanometro? L'Autore non trova altro rimedio, che di ridurre a tentone il centro di figura delle due tormaline più vicino alla seconda lente di quello che sia il suo foco. Così egli pretende che i raggi emessi dalle tormaline riscaldate emergano divergenti dalla seconda lente, e non entrino nel tubo della pila. Ognun vede quanto debba essere incerta ed imperfetta questa separazione di raggi trasmessi da raggi emessi.

Anche in absenza delle lenti che concentrino i raggi fu già objettato a Melloni, che le lamine diafane collocate fra la sorgente di calore ed il termo-moltiplicatore si riscaldano, e perciò i raggi trasmessi sono confusi con gli emessi. A risoluzione dell'objetto egli addusse, che collocando lo strumento fuori del cono

dei raggi trasmessi, l'ago del galvanometro non dà alcun segno. Ma Hudson in Inghilterra, ripetendo la esperienza, ha trovate anche fuori di quel cono deviazioni sensibilissime; e Melloni rispose con l'accusa generica, che il Fisico Inglese abbia male operato, mentre quel Fisico potea rispondere la stessa cosa a lui. (*Annales de Chimie et de Physique,* Décembre 1835, pag. 413.)

Certi presidj aggiunti allo strumento, secondo l'ultima Memoria di Melloni relativa alla polarizzazione, per impedire altre cause di errori, concorrono a vie più dichiarare la inesattezza de' suoi precedenti risultamenti. Per esempio, una cassa che chiuda lo strumento per impedire che le correnti d'aria di vario calore si portino in contatto delle due facce della pila, e un sostegno di marmo immurato che impedisca le oscillazioni dell'ago come pendulo, le quali possono influire nei risultamenti. Vi furono dunque prima anche queste cause d'inesattezza.

In fine Tavole di corrispondenze fra gli archi d'impulsione che descrive l'ago del galvanometro e le sue deviazioni fisse: corrispondenze che dovrebbero essere determinate da un immenso numero di esperienze, e che non risulterebbero forse costanti; e poi Tavole di corrispondenze fra gli archi di deviazioni fisse e le forze calorifiche dei raggi, con la supposizione infondata che queste forze siano proporzionali agli ultimi effetti magnetici prodotti dalla somma delle correnti elettriche su l'ago.

La ragione veramente si rifiuta dall'ammettere che con una complicazione così enorme di cose, e con tante cause d'incertezza, l'apparecchio possa servire da termometro per determinare rapporti numerici tra le forze calorifiche dei raggi trasmessi dalle sostanze collocate fra la sorgente e la pila, per farne base ad un sistema di deduzioni che porgano principj generali di scienza.

Ma tutto è poi anche appoggiato alla supposizione, che l'ultimo effetto magnetico di deviazione dell'ago del galvanometro sia proporzionale alla forza calorifica o sia dilatatrice dei corpi, che hanno i raggi percotenti la faccia della pila: supposizione che gli stessi Commissarj dell'Academia di Parigi dichiararono essere la base fondamentale di tutte le deduzioni del Melloni (Annali del 1836, pag. 164, e sopra a pag. 228).

Egli intende di avere stabilito che i raggi trasmessi da corpi di diversa natura passino in proporzioni molto differenti per una posteriore sostanza costante: d'onde ha concluso, che nell'uscire dai varj mezzi diafani posseggano qualità differenti, per le quali siano più o meno atti ad essere ulteriormente trasmessi da altre sostanze. Indi ha imaginato che le sorgenti di calore emettano raggi eterogenei ad esempio della luce, e che le sostanze trasmittenti ne intercettino alcuni, lasciandone passare altri. Chiamò *diatermansia* questa colorazione invisibile, per sentimento di Ampère (vedi *Annales de Chimie et de Physique,* Avril 1834, pag. 376; e *Bibliothèque Universelle,* Janvier 1836, pag. 8).

Ora intende poi di avere stabilito, che interponendo fra la prima lente, di cui si è parlato, e le tormaline varie sostanze, sia varia anche la diminuzione relativa del calore trasmesso dalla prima posizione degli assi di cristallizzazione paralleli alla seconda degli assi perpendicolari. Cosicchè secondo le diverse sostanze trapassate dai raggi prima di giungere alle tormaline, sia varia la proporzione della loro parziale polarizzazione: nel che vede un'analogía con la premessa *diatermansia.*

È da temersi che l'amore del sistema ancora infondato abbia influito anche in quell'analogía; ed è notabile che nel fare gli esperimenti con le diverse sostanze fraposte fra la prima lente e le tormaline l'Autore variava ogni volta la distanza recíproca delle due lenti, non si sa quanto (pag. 391): il che doveva alterare la emergenza parallela dei raggi.

Si è già veduto che i Commissarj dell'Academia, in luogo di ammettere le modificazioni imaginate da Melloni dei raggi nei loro passaggi per le sostanze, hanno ideato un altro sistema parimente oscuro di *flusso calorifico,* co'l quale li fanno uscire con le loro originarie qualità (Annali del 1836, pag. 111, e qui sopra a pag. 228. 231).

Melloni riduce le supposte modificazioni dei raggi ad essere di loro natura eterogenei; sicchè una data sostanza, in virtù di una certa sua colorazione calorifica invisibile, ne intercetti alcuni, e ne lasci passare altri. Ma per istabilire che nel calore vi siano raggi eterogenei converrebbe determinare un sistema di tali raggi, e le loro differenti qualità specifiche, come si fa riguardo ai raggi della luce. Il sig. Melloni non dà che un astratto di qualità differenti, e niuna idéa determinata. Il dire *colorazione invisibile* è dir niente. Deduce che vi siano differenze di qualità dalle diverse quantità, mentre ammette che raggi di qualità diverse, o eterogenei, siano eguali di quantità, o sia di azione calorifica. È questa una implicanza: imperocchè ora la quantità di quell'azione non serve a distinguere se sieno di qualità differenti; ora dalle quantità dell'azione si deducono le differenze di qualità. Le quantità, che sono semplici rapporti, non possono servire a

distinguere le qualità, che sono cose assolute. Per discernere queste ci vogliono sensazioni, come nel caso della luce. Il sistema dunque del sig. Melloni è contrario ai principj della filosofia.

D'altra parte, anche per le sue deduzioni relative alla polarizzazione del calore, ha sempre bisogno del principio, che le forze calorifiche dei raggi percotenti la pila siano proporzionali agli effetti magnetici. Dopo tante Memorie, dove l'ha adoperato per fondamento, conosce soltanto adesso, cioè dopo le sue conferenze co'i Commissarj, la necessità di darne le prove; e si accinge a farlo con una Nota a pag. 382 dell'ultima sua Memoria. Ma questo non era argomento per una Nota così tarda; doveva essere premesso, con una Memoria da principio, a tutto quell'ammasso di complicate deduzioni, delle quali era fondamento. Ora, dopo piantato il sistema, e quando la base è desiderata prima che provata, sarebbero pregiudicate tutte le prove di fatto che fossero addotte dal solo autore del sistema. Dice che Béquerel abbia provata prima quella proporzionalità: ma egli non ha citato Béquerel quando l'ha supposta come fondamento; nè Béquerel versò nel caso della pila termo-elettrica, nè i Commissarj appoggiarono a quell'autore, che anzi riguardarono la cosa ancora intatta: e in ogni caso sarebbero da esaminarsi anche le prove di Béquerel, che il sig. Melloni non riporta.

Riporta invece alcune sperienze, che dice avere intraprese per desiderio dei Commissarj dell'Academia, ch'egli ponesse fuori di dubio quel principio della proporzionalità. Parla dunque delle stesse sperienze riferite nel Rapporto dei Commissarj, e delle quali si è mostrata la inconcludenza a pag. 165-166 degli Annali di quest'anno (vedi quì sopra a pag. 230), ove inoltre si è rimarcato, che appunto furono condotte dal desiderio di stabilire quel principio, invece che dalla pura ricerca della verità: principio su cui gli stessi Commissarj formarono il proprio sistema di *flusso calorifico,* trattato a lungo nello stesso Rapporto.

Dunque le sperienze della Nota di Melloni avrebbero dovuto essere le identiche riferite nel Rapporto dei Commissarj. Ma invece, come presago della loro inconcludenza, lascia da parte con la Nota le ultime, e si appiglia a due prime, facendovi nel riferirle cangiamenti assai rilevanti. Basterà citarne un esempio. Giusta il Rapporto, nella seconda esperienza, di cui si parla a pag. 166 degli Annali di quest'anno (vedi qui sopra a pag. 230), Melloni ha esposto successivamente uno solo dei due recipienti del termoscopio alle due sorgenti che aveano agito contemporaneamente su le facce della pila; sembrando, da quanto dice il Rapporto, non riuscito l'equilibrio, come nel caso della pila, esponendo ad un tempo i due recipienti del termoscopio alle due sorgenti di calore: e la esperienza fu una sola. Invece, secondo la Nota di Melloni, i due recipienti del termoscopio sarebbero stati esposti contemporaneamente alle due sorgenti, e vi sarebbe stato equilibrio, come nel caso della pila. E non una sola, ma più e più esperienze consimili sarebbero state eseguite, variando anche le sorgenti di calore: del che il Rapporto dei Commissarj non fece il più piccolo cenno.

Non parleremo di altre differenze fra la Nota di Melloni e il Rapporto dei Commissarj anche circa la prima esperienza, di cui a pag. 165 degli Annali di quest'anno (vedi quì sopra a pag. 229). In fine Melloni invía il lettore a vedere maggiori detagli delle stesse sperienze in quel Rapporto, dove invece vi è molto di meno.

Noi ci riportiamo a quanto si è detto negli Annali di quest'anno, pag. 164 e seguenti, e quì sopra a pag. 229-230 e seg., su le sperienze riferite nel Rapporto, come le vere eseguite a richiesta dei Commissarj; e aggiungeremo questa sola riflessione riguardo alla Nota del Melloni, che non si tratta più della pura ricerca della verità, ma del desiderio di stabilire il fondamento dopo avervi fabricato sopra l'edifizio.

Concludendo questo Articolo: il sig. Melloni fece delle belle ed ingegnose sperienze circa gli effetti dei raggi di calore trasmessi dalle varie sostanze su'l suo strumento; ma sono effetti elettro-magnetici, e nulla prova sinora che sieno le misure delle forze calorifiche dei raggi. Stando ai puri fatti, senza sottometterli a sistemi fantastici, e senza interpretarli con parole prive d'idée corrispondenti, egli non poteva concludere che vi siano colorazioni calorifiche, invisibili; giacchè l'azione calorifica è una sola, quella di dilatare i corpi. Che vi siano differenze intrinseche nelle qualità dei raggi di calore, le quali sotto la stessa forza calorifica portino differenti eccitamenti di correnti elettro-magnetiche, questa sembra essere la vera scoperta di Melloni, la quale si spiegherebbe con le diverse materie in quei raggi trasportate; siccome fu detto negli Annali ec. anche nei precedenti Articoli relativi alle sperienze dell'Autore.

---

# Risposta del Dott. AMBROGIO FUSINIERI ad un Articolo della *Biblioteca Italiana*, Settembre 1836. — Appendice al Bimestre VI. degli *Annali delle Scienze ec.* del 1836, pag. 529.

---

L'Articolo intitolato *Novità riguardanti le forze naturali* finisce a pag. 463 come segue:

« Parecchi di quei fenomeni che Berzelius reputa inesplicabili secondo le leggi delle chimiche af-
» finità, ben s'argomenta spiegarli il nostro Fusinieri mediante quella particolare maniera di forza che
» egli nomina *calorico nativo*, a dimostrazione della quale produsse . . . . . esperimenti, e già da gran
» tempo insiste con tanta . . . . pertinacia . . . . Però noi quanto, dolendoci che non si facia delle cose
» del Fusinieri tutta la stima di cui sembrano meritevoli, desideriamo che altri vi si applichi per isti-
» tuirne un accurato critico esame, altretanto bramiamo ch'egli ormai volga in altra parte lo zelo che
» al detto intento consacra . . . . »

Con le lacune ho soppresso certe formule di complimento, con le quali si usa in casi simili indorare la pilola.

Se non fosse stata quella curiosa conclusione, ch'io rivolga ormai ad altra parte i miei studj, non avrei curato quel vaniloquio; ma la conclusione merita ch'io risponda, e che si sveli l'arcano.

È chiaro che con l'Articolo si vuole alludere a'miei principj di mecanica molecolare tratti dalla esperienza, ch'io avea publicati nel Giornale di Pavía, e che ho poscia riassunti ed ampliati negli Annali del 1833: principj di cui l'Articolo non porge la più piccola idéa, mentre pretende parlare delle *novità riguardanti le forze naturali.*

Sembrerebbe dunque che l'Autore dell'Articolo nulla sapia di que'principj; ma non è vero: imperocchè, oltre aver avuta parte nel Giornale di Pavía, sa e prevede al presente, che con quei principj io posso rendere ragione dei fenomeni inesplicabili secondo le leggi delle chimiche affinità, che Berzelius chiama *catalisi;* e lo sa quantunque di ciò io non abbia ancora parlato.

Vediamo prima qual sia l'oggetto a cui allude l'Articolo, senza lasciarlo conoscere minimamente ai lettori; e poi risponderò alla conclusione, ch'io mi rivolga ad altri studj.

Si tratta non di una *particolare maniera di forza,* ma di una forza particolare di repulsione, che si sviluppa fra le parti della materia quando si trova attenuata: forza da prima del tutto ignorata, varia di grado secondo le diverse nature delle sostanze (Annali del 1833, pag. 35, e Vol. I. pag. 158), della quale ho determinate alcune leggi fondamentali di azione nei casi i più semplici (id. pag. 26. 83, e id. pag. 152-181); forza ch'è causa dei fenomeni capillari (id. pag. 47, e id. pag. 167), che interviene essenzialmente nelle combinazioni chimiche (id. pag. 89, e id. pag. 174-175), che secondo i suoi caratteri si mostra dover essere anche il principio comune delle due elettricità (id. pag. 91, e id. pag. 177), che è inoltre causa di sviluppo di calore, perlochè la ho chiamata *calorico nativo,* giacchè in quei casi il calore sorge dalla stessa natura delle sostanze (id. pag. 92, e id. pag. 177-180); d'onde si rende ragione del calore che si sviluppa co'l fregamento e con la percussione (id. pag. 96, e id. pag. 180), del calore e della luce che si sviluppano nelle combinazioni chimiche (id. pag. 97, e id. pag. 180).

Con gli effetti dinamici e fisici della stessa forza una volta conosciuti, ho poi resa ragione di molti fenomeni di azioni molecolari osservati da altri, e ch'erano tenebrosi (id. pag. 141, e id. pagine 183-210); e ciò con la scorta in alcuni casi anche di nuove osservazioni dirette circa quei fenomeni, le quali mi mostrarono i consueti modi d'agire di quella forza. Segnatamente ho trovato il suo esercizio secondo le sue leggi nella materia attenuata, che ho scoperto venire trasportata nei fulmini, e costituire in istato d'incandescenza le scintille elettriche, cominciando dalle minime che porgono le nostre machine, fino alle maggiori che ci vengono dalle nubi (id. pag. 150. 153, e id. pag. 188-190).

Le combinazioni gasose che avvengono per mezzo delle superficie di corpi solidi era pure un altro mistero inesplicabile con le teorie conosciute. Azioni molecolari, che non erano state osservate, mi svelarono anche in tali combinazioni l'esercizio della stessa forza; ed ecco determinata la causa di

quegli effetti che ho ridotti ad un solo effetto semplicissimo (Annali del 1833, pag. 144, e Vol. I. pag. 184; del 1835, pag. 18-61, e Vol. I. pag. 229-250).

Gli effetti conosciuti sotto il nome di *endosmosi* esigono una forza d'impulsione che rompa l'equilibrio idrostatico. Da che dipendesse la impulsione era ignorato. Con la scorta di altre mie osservazioni analoghe ho trovata nella stessa forza la causa di quella impulsione (Annali del 1835, pag. 261, e Vol. I. pag. 211-228; del 1836, pag. 254, e Vol. II. pag. 227-238).

Finalmente espansioni interne che avvengono nel ghiaccio per azione dei raggi solari, e le difusioni dei sali per le pareti dei vasi evaporatorj, mi presentarono altri effetti dello stesso genere di azione (Annali del 1836, pag. 41. 241, e Vol. I. pag. 270-279).

Tanti effetti dinamici fisici, calorifici ed elettrici, dipendenti dalla stessa forza, fanno ben presagire il suo intervento nelle azioni vitali della materia organica, e promettono ampia messe nella cultivazione di questo nuovo campo di ricerche così fertile e così vasto.

In tale stato di cose la *Biblioteca Italiana* viene a farmi un alto là, una specie d'interdizione onde io non prosegua; e nello stesso tempo nulla lascia penetrare ai lettori nè di quello che ho fatto, nè della importanza dell'oggetto. Si limita a far loro sapere soltanto, o a far loro credere, che i Fisici finora non abbiano fatto stima del calorico nativo; mi compiange di ciò come d'una disgrazia, e dichiara essere necessario un accurato critico esame di altri. Ma l'Autore dell'Articolo di ciò non è contento; vorrebbe inoltre ch'io non avessi più ingerenza alcuna nell'argomento: con che viene a scoprirsi affatto.

In quanto ai Fisici, ancorchè fosse vera l'asserita loro disistima, non sarebbe questa per me ragione di desistere. Ma l'Autore dell'Articolo non è nella mente di tutti i Fisici per sapere le intime loro persuasioni. Mi è noto al contrario che non pochi cominciano a prendere in considerazione le cose suesposte, e sono anche seguíte delle publicazioni nel proposito; quantunque si tratti di argomento in sè stesso difficile per la minutezza dei fenomeni, ch'esigono tempo, pazienza ed esercizio, per essere bene esaminati e calcolati nelle loro conseguenze.

All'argomento poi affatto nuovo vi stanno contro le preoccupazioni di que' sistemi di sedentarie imaginazioni, a cui si trova più comodo di abbandonarsi, invece che consultare la natura nelle sue minute operazioni.

In quanto all'*accurato critico esame* di altri che viene provocato, niente di meglio. Io non escluderei nessuno da tale esame, ancorchè non avesse rette intenzioni, purchè si assumesse di dare esatto riscontro su i fatti e su le deduzioni delle mie Memorie. Io ritengo talmente assicurata la verità, che gli sforzi per offuscarla non farebbero che vie più farla risplendere; quando per altro io non fossi escluso e interdetto, come vorrebbe la *Biblioteca Italiana*, dal rispondere alle objezioni, e dal porgere anche con nuovi fatti, occorrendo, le opportune dilucidazioni.

Ma già non credo che chi ha scritto l'Articolo abbia veramente il desiderio di promovere tali esami, giacchè sa bene come anderebbe a finire la cosa; egli che prevede, come qui sopra, co'l mezzo de'miei principj, anche quelle spiegazioni che non ho ancora date.

Il venire in campo con la disistima dei Fisici, e co'l bisogno dell'accurato esame di altri, senza dare ai lettori la più piccola idéa dell'oggetto di cui si tratta; e il finire con una intimazione a me di rivolgere i miei studj ad altra parte: tutto questo prova a bastanza, che altro non si vuole senonchè fare ai lettori ignari una impressione sinistra su la cosa in genere, e far loro credere che si tratti di oggetto dubioso, oscuro, ove io medesimo non possa cogliere miglior frutto, e perda il mio tempo ad insistervi. Le parole poi melate che si usano a mio riguardo sono dirette a nascondere la intenzione. Ecco il vero amore per la scienza!

Non è questa la prima volta che mi vien fatta quella stravagante intimazione. Mi fu fatta altra volta da un decennio indietro per commissione e per autorità di una Catedra di Pavía: il che posso in ogni caso documentare. Ora mi viene ripetuta in termini più dolci, ma procede dalla stessa sorgente. Quando mi fu fatta la prima intimazione, che fu nel 1826, si giunse persino a ricusarmi la stampa, nel Giornale di Pavía, di due applicazioni de'miei principj, che furono poscia publicate nel Giornale del Conte da Rio del 1828, pag. 9-22. L'una riguardava la causa del moto di gocciole di liquidi sopra fili di metallo o di altro, quando vengono riscaldati da una parte, e con nuove osservazioni mie proprie; l'altra era la spiegazione della infiammazione spontanea all'aria di alcune polveri

metalliche alle temperature ordinarie, osservata da Magnus. Ho ripetute in succinto le stesse applicazioni, fra tante altre, negli Annali del 1833, pag. 157-169, e Volume I. pag. 193-208. Sia giudice il Publico se quelle due Memoriette meritassero d'essere escluse dalla stampa.

Ma sono appunto le applicazioni de' miei principj anche a fatti osservati da altri, che dispiaciono grandemente. Finchè si trattava dei soli principj generali, dedotti da fatti di mie osservazioni, si poteva sperare che quei principj rimanessero sterili; e in ogni caso non mancava mai rivocare in dubio i fatti. Ma quando si è veduto che gli stessi principj servono a svelare le cause di tanti fatti osservati da altri, e d'altronde inesplicabili; e che le facili spiegazioni emergenti sono altretante conferme della verità degli stessi principj: allora è nato il dispiacere (per amore alla scienza!); e per soffocare la cosa mi fu intimato il silenzio.

Così fu fatto nel 1826, e si ripete al presente, perchè le applicazioni si vanno troppo moltiplicando, e si teme che i Fisici una volta o l'altra si scuotano da quella preziosa indolenza, ch'è la sola cosa fatta sapere ai lettori con l'Articolo. E mentre si vuole far loro la suddetta sinistra impressione, si vorrebbe ad un tempo togliere a me il coraggio di proseguire.

Ma un'altra impressione vuole fare l'Articolo su i lettori a mio riguardo; ed è quella, ch'io sia così *pertinace* da non occuparmi d'altro che di calorico nativo. Così importa quella stessa conclusione dell'Articolo, ch'io rivolga ormai il mio zelo ad altra parte. Se l'ho da rivolgere in avvenire, non l'ho dunque rivolto in passato.

Anche qui l'Autore dice quello che sta contro i fatti da lui stesso conosciuti. Si scorrano non solo gli Annali delle Scienze ec., ma anche l'anteriore Giornale di Pavía, e si vegga se mi sono limitato ad una sola cosa, come per altro tanti lo fanno senza rimprovero, e senza ricevere dalle Catedre di Pavía simili intimazioni.

Lungi dal confinare i miei studj alla mecanica molecolare (la quale pure meriterebbe tutta la occupazione non di uno, ma di più, attesa la sua grande importanza e per essere nel suo nascere), ho versato difusamente e in cose meteorologiche, e su i colori della luce tanto prismatici quanto delle lamine sottili, e sopra fenomeni elettrici riguardo ai trasporti della materia ponderabile (i quali quantunque connessi con la mecanica molecolare, pure riguardo ai puri fatti costituiscono un ramo a parte), e sopra fenomeni magnetici, e su la teoría degli atomi, e su tanti altri oggetti, benchè più brevemente. E in tutto ho esposto cose nuove, non essendomi mai occupato a fare il ripetitore.

Infine ecco la risposta alla brama ridicola della *Biblioteca Italiana*, ch' io mi rivolga ormai ad altri studj. Io continuerò come in passato ad occuparmi di ciò che mi aggrada; e continuerò anche le applicazioni, che tanto dolgono all'Autore dell'Articolo, de' miei principj di mecanica molecolare, quando mi si presenteranno le opportune occasioni; perchè in luogo di recar danno alla scienza non possono che ridondare a sua utilità.

---

## Su la pretesa influenza delle asprezze e della politura delle superficie su'l potere emissivo dei corpi. MELLONI. (*Bibliothèque Universelle*, Juillet 1838, pagina 181.)

L'Autore conviene che le superficie metalliche a circostanze pari emettono più calore quando sono appannate o aspre, che quando sono polite e brillanti: ma nega che quelle asprezze superficiali ne siano la causa; cioè nega che le minime punte e i minimi spigoli costituenti le asprezze abbiano la proprietà di facilitare la uscita del calore. Con ciò l'Autore si cimenta contro una grande analogía, quella cioè della concentrazione delle forze elettriche e magnetiche agli spigoli ed alle punte, e della emissione delle azioni corrispondenti. Egli sorpassa interamente la considerazione di un'analogía così evidente.

Pretende che le asprezze della superficie non abbiano simile facoltà di emettere il calore, perchè egli non l'ha trovata in superficie di corpi non metallici; ma adoperò corpi molto meno conduttori del calore,

per esempio l'avorio ed il marmo: e la conducibilità deve avere una grande influenza nell'effetto, come l'ha nella emissione della elettricità dalle punte.

Di più, nelle sue sperienze di confronto circa le emissioni di calore da superficie liscie e da superficie aspre, adoperò, secondo il suo uso perpetuo, non il termometro, ma il termo-moltiplicatore, il quale non può essere usato come termometro fino a tanto che non è dimostrata la proporzionalità fra le impressioni calorifiche che riceve la faccia della pila, e le forze magnetiche sviluppate nello strumento, deviatrici dell'ago del galvanometro, come si è notato più volte negli Annali, ed anche quì sopra a pag. 224. 226. 228.

Conviene pur anco l'Autore, che le ossidazioni superficiali dei metalli aumentano la emissione del calore: il che è analogo alla maggiore emissione dalle superficie aspre, giacchè le ossidazioni coprono appunto le superficie di minutissime asprezze.

Ma giacchè egli nega che la causa della maggiore emissione delle superficie aspre sieno le stesse asprezze, qual è dunque, secondo lui, l'altra causa? Ei getta uno sguardo su le Tavole dei poteri emissivi dei corpi, vi ravvisa che quei poteri seguono la ragione inversa delle densità, é s'imagina di applicarlo al caso.

Per far questo non accorda nè pure ai metalli per sè stessi, che le superficie aspre sieno più emittenti delle liscie; ma pretende che ciò sia accidentale, e che dipenda dalla preparazione mecanica delle lamine co'l mezzo del martello o del laminatojo. Imagina a suo talento che quelle forze mecaniche producano maggiore compressione in due strati sottilissimi superficiali, di quello che all'interno: indi procede alla spiegazione co'l dire, che rendendo in séguito le superficie ruvide, si scoprono le parti meno dense e meno dure; e che da queste procede la emissione maggiore, di quello che dagli strati superficiali più densi e più duri quando la superficie è lucida. Parla ad un tempo di durezza e di densità, senza determinare che sia più tosto l'una che l'altra la causa della differenza. E perchè l'avorio ed il marmo non sono compressibili, spiega che con queste sostanze il termo-moltiplicatore non gli abbia data differenza di emissione da superficie liscia a superficie scabra.

Avrebbe dovuto provare in primo luogo il fondamento della sua spiegazione, cioè il supposto fatto della minore densità o durezza delle lamine metalliche all'interno, che alle superficie: supposizione assai strana, massimamente trattandosi di lamine poco grosse.

Ha cercato di appoggiare questa sua teoría, dopo averla imàginata, con una esperienza di confronto fra due lamine d'argento battute co'l martello, e due altre fuse e lasciate raffreddare lentamente. Ne ha formato un prisma vuoto rettangolare, ne lasciò lucide una per sorta, e ha rese ruvide le altre due fregandole con lo smeriglio. Riempì il vaso di aqua calda, e co'l termo-moltiplicatore trovò le seguenti deviazioni dell'ago magnetico:

10° per la lastra battuta e polita;
13° per la lastra fusa e polita;
18° per la lastra battuta e strisciata;
11°,3 per la lastra fusa e strisciata.

Non parliamo ulteriormente della incertezza di quelle deviazioni come segni termometrici; non parliamo che l'aqua dovea raffreddarsi da un'esperienza all'altra, e l'Autore non dice di averla rinovata. Consideriamo con lui i due risultamenti: 1.° che delle due lastre polite la fusa avrebbe emesso più della battuta; 2.° che mentre i solchi fatti dallo smeriglio avrebbero aumentata la emissione della lastra battuta, avrebbero diminuita la emissione della lastra fusa.

Il primo proverebbe che l'argento fuso, e poi raffreddato lentamente, sia più emittente del battuto; ma è da riflettere che il battuto è suscettibile di maggiore politura, la quale appunto diminuisce la emissione, secondo la teoría dall'Autore combattuta.

Il secondo risultamento è composto di due contrarj: nell'uno i solchi fatti dallo smeriglio avrebbero aumentata la emissione, secondo i fatti generali osservati dai Fisici; e nel secondo avrebbero diminuita la emissione, contro gli stessi fatti generali: ma si tratta di termo-moltiplicatore.

L'Autore invece converte tal fatto, ch'egli stesso dice *inatteso*, in una prova *irrefragabile* della verità della sua teoría; perchè fregando con lo smeriglio vuole che si comprima alquanto l'argento stato fuso, e che i fondi delle striscie divengano più duri; quindi, secondo la sua teoría, meno emittenti.

Egli fa dunque che lo smeriglio, solcando l'argento battuto, scopra parti men dure della superficie senza comprimerle; e che solcando l'argento stato fuso, comprima le parti che scopre. Non si comprende come il sig. Melloni non vegga in ciò della contradizione.

In ogni modo egli non adduce come decisivo della sua imaginata teoría che il suddetto esperimento di confronto, soggetto a tante difficoltà circa le conseguenze che vuole trarne; e si può convertire contro di lui la riflessione filosofica con cui termina il suo Articolo, cioè che certi osservatori per mala sorte sono troppo frettolosi ad erigere in leggi generali i risultamenti di alcune prime loro esperienze.

---

## Insussistenza del sistema del sig. MACEDONIO MELLONI circa il calore raggiante, pe'l quale ha proposta una nuova nomenclatura nella *Bibliothèque Universelle*, Octobre 1841, pag. 363. — Memoria del Dott. A. FUSINIERI.

(Estratta dagli *Annali delle Scienze del Regno Lombardo-Veneto*, Bim. V. 1841, pag. 227.)

---

Senza che sia provato il suo sistema ipotetico della eterogeneità di raggi calorifici, che siano cioè dotati di qualità diverse insensibili, indeterminate, e delle quali manca ogni idéa corrispondente; sistema che in conseguenza si riduce a suoni di parole, e contro il quale stanno i tanti argomenti addotti a più riprese negli Annali delle Scienze; il sig. Melloni si propone di stabilire una nomenclatura per esprimere i sogni teorici co'i quali egli pretende stabilire una nuova scienza.

Già ne sarà forse facile l'accoglienza, perchè le dottrine teoriche, relative alle cause dei fenomeni, volgono a gran passi verso ipotesi non solo arbitrarie, ma anche tanto vaghe ed oscure, che si risolvono appunto in scienza di parole.

Prima di passare alla esposizione dei nuovi termini, il sig. Melloni riassume le sue pretese scoperte teoriche. Ch' egli abbia fatte delle sperienze nuove ed interessanti, su ciò non v'ha dubio; ma che quelle provino l'imaginato sistema che fin da principio si è prefisso, ed al quale ha sempre diretti tutti i suoi sforzi, questo è ciò che una buona logica non gli può accordare.

Vi sono poi gli assurdi che il sistema racchiude, come quì sotto; e tanto meno riesce ammissibile.

L'Autore pretende per primo avere provato che *il calore raggiante sia composto di elementi diversi, e che un certo numero di tali elementi esista in proporzione più o meno grande nell'irraggiamento di ciascuna sorgente.*

Si noti ch'egli non ha mai data idéa alcuna dei pretesi elementi diversi, dei quali parla; che non ha mai definito in che consistano le diverse qualità; e che non presentò mai quel sistema delle supposte qualità, che pretende assimilare al sistema dei varj colori di luce dati dal prisma. Egli parlò, e parla massimamente in quest' ultimo Articolo, di *colori di calore,* e non sa dire cosa siano tali colori. Qualità diverse inconcepibili non definite, colori di calore insensibili, non sono altro che parole.

E pure egli vanta nel suo Articolo di *soddisfare a tutti i principj della logica più rigorosa;* e la prima regola lògica è invece quella di partire da definizioni che porgano idée chiare e distinte delle cose.

La deduzione poi astratta del sig. Melloni, che debbano esservi nel calore raggiante raggi eterogenei di qualità diverse ignote, è tutta appoggiata alla supposizione, che nelle sue sperienze il termo-moltiplicatore, di cui fece uso, fosse un termometro; o sia che le forze magnetiche deviatrici dell'ago del galvanometro fossero proporzionali alle correnti elettriche eccitate nella pila termo-elettrica; e che inoltre tali correnti fossero proporzionali alle impressioni calorifiche su la faccia della pila, prodotte dal calore raggiante che vi arriva. I Commissarj dell' Academia di Parigi, destinati all' esame dei lavori del sig. Melloni, mentre riconobbero che questa supposta proporzionalità era tutto il fondamento delle deduzioni di lui circa la esistenza di raggi di calore di loro natura eterogenei, riconobbero pur anco ch'egli non aveva mai dimostrato quel suo fondamento.

Essi tentarono di supplire a quel difetto, interessati com'erano a stabilire su'l medesimo principio un loro sistema di calorico raggiante alquanto diverso da quello del Melloni, applicandovi anche il calcolo; ma non sono riusciti nella desiderata prova. Veggasi intorno a quel preteso fondamento quanto era stato detto,

prima dei Commissarj dell'Academia di Parigi, negli Annali del 1834, pag. 49 (e quì sopra a pag. 224), poi ripetuto nel 1836, pag. 109 (e quì sopra a pag. 226). E rapporto a quello che di simile hanno ripetuto i Commissarj, ed alla inconcludenza delle loro esperienze per istabilire quel principio, si veda quanto fu detto negli stessi Annali del 1836, pag. 164 (e quì sopra a pag. 228); ed anche a pag. 327 (e quì sopra a pagina 233), ove fu presa in esame una Nota posteriore del Melloni, che vantò per quel suo fondamento delle prove fatte dai Commissarj, contro quello che risulta invece dal loro Rapporto.

Ma non tardò ad essere anche dimostrata falsa quella supposizione fondamentale del sig. Melloni, che era già prima insussistente. Ciò fu opera di esperienze del sig. Draper, con le quali ha dimostrato che le forze deviatrici del galvanometro, prodotte da correnti termo-elettriche, sono ben lontane dall'essere proporzionali alle intensità del calore da cui hanno origine (*Bibliothèque Universelle,* Aôut 1840, pag. 405). Si è detto nel Bim. III. del 1841, pag. 123, e quì sopra a pag. 156, che il Melloni ha continuato nulladimeno a sostenere il suo sistema, di cui era distrutta la base, pretendendo che almeno in via approssimativa possa esservi stata ne' suoi esperimenti la vantata proporzionalità, per la breve scala termometrica a cui dice quelli riferirsi (*Bibliothèque Universelle,* Novembre 1840, pag. 162). Ma i Commissarj dell'Academia di Parigi avevano cercato di provare sperimentalmente come necessaria la esattezza di quel fondamento delle deduzioni del Melloni. Si è dimostrato negli Annali del 1836, pag. 64, e quì sopra a pag. 229 - 230, che non vi sono riusciti; e le posteriori esperienze di Draper hanno smentito il fondamento.

La insistenza poi del Melloni nelle sue ipotesi nel citato luogo della *Bibliothèque Universelle,* anche dopo le osservazioni di Draper che ne hanno rovesciata la base, prova evidentemente che i suoi sforzi sono diretti dal proponimento di far valere ad ogni costo il suo sistema. Cosicchè non si sa nè meno qual fede prestare alle sperienze destinate a quel fine.

Si noti poi, che trattasi di esperienze delicatissime, con apparecchi assai complicati, le quali esigono una infinità di precauzioni per giungere alla esattezza, come gli stessi Commissarj dell'Academia hanno ripetutamente rimarcato nel loro Rapporto. Tante sono le cause d'incertezze e di errori in tal sorta di esperimenti, che lo stesso Melloni, quando si trattò nel 1836 di versare co' suoi apparecchi su la polarizzazione del calore, vi aggiunse tanti amminicoli per evitare quelle cause, che vennero a rendere incertissime tutte le precedenti sue Tavole di esperienze, alle quali appoggiò le sue ipotesi, come fu rimarcato negli Annali del 1836, pag. 325, e quì sopra a pag. 233. Cosicchè ognun vede che in tali esperimenti di difficilissima ripetizione, ch' esigono anche un lungo esercizio, sarebbe pronto il rimprovero di avere male operato, e di avere omesse le precauzioni necessarie alla esattezza, se alcuno cimentandosi a riscontrare i risultati asseriti, non li ritrovasse.

Ma supponendo veri i fatti asseriti, e supponendo pur vero quanto vuole il sig. Melloni, contro le sperienze di Draper, che la sua pila termo-elettrica servir possa di termometro; sono poi prove del suo sistema i fatti ch'egli annunzia? Ecco un secondo esame. Come ha fatto la prima deduzione generale, che vi siano raggi di calore intrinsecamente eterogenei, e che sia diversa la loro composizione elementare secondo la diversità delle sorgenti?

Dice aver veduto co 'l suo preteso termometro, che variavano le qualità di raggi trasmessi o al variare delle sostanze trasmittenti, posta la stessa sorgente; o al variare delle sorgenti, posta la stessa sostanza trasmittente; o al variare anche di una seconda sostanza trasmittente fraposta fra la prima e la sorgente. Quando si dice *calore* s' intende una cosa sola, cioè la forza che fa dilatare i corpi. Tal forza non può differire che di quantità. Come vi possono essere qualità diverse nella stessa forza dilatatrice? Come si possono dedurre qualità di quella forza? E se le diverse quantità sono per lui criterio di diverse qualità, come poi ammettere, com'egli fa, che sotto intensità o sia quantità eguali vi siano ancora qualità diverse? Non è una contradizione in termini? In sostanza, egli ha confuse le quantità con ignote e indefinibili qualità. Si spiegano al contrario gli accennati fenomeni co'l concepire che vi siano diverse sostanze trasportate dal calore, come fu detto negli Annali del 1834, pag. 49, e quì sopra a pag. 224; nè quelle si confondono con lo stesso calore: sotto il qual nome non s' intende altro che una forza che allontana le molecole dei corpi, e per tale idéa non può differire che di quantità. Veggasi al proposito quanto fu detto anche negli Annali del 1836, pag. 327, e quì sopra a pag. 228 e seg., 232 e seg.; del 1838, pag. 227, e quì sopra a pag. 237 e seg.; del 1841, pag. 122, e quì sopra a pag. 156.

Il sig. Melloni più di recente ha diretto i suoi sforzi a stabilire una perfetta analogía fra la eterogeneità ben sensibile dei raggi di luce, e la supposta ignota eterogeneità dei raggi di calore (*Bibliothèque*

*Universelle,* Septembre 1839, pag. 186; e Novembre, pag. 162). Così nell'Articolo riassuntivo, di cui ora si tratta, viene a dire, che siccome pe'l sal-gemma e per le lamine sottilissime di altre sostanze diafane passa la quasi totalità di raggi calorifici di ogni sorgente, paragona il sal-gemma e le lamine sottilissime delle altre sostanze ai corpi scolorati che trasmettono la luce; e quelle altre sostanze diafane, quando sono grosse, le paragona ai mezzi colorati trasmittenti la luce. Sicchè, secondo lui, queste acquistano il *colore di calore* dalla grossezza, e non l'hanno di loro natura: il che è qualche cosa di strano.

Quando poi passa ai corpi opachi, che riflettono ed assorbono calore senza trasmetterne, succede un altro sistema del tutto diverso da quello dei corpi trasmittenti, anzi si può dire a quello contraddittorio. Se i corpi trasmittenti, secondo la diversa loro natura, assorbono alcune delle supposte diverse qualità di raggi, lasciando passare le altre; egualmente avrebbero dovuto assorbirne certe qualità i corpi opachi, secondo la diversa loro natura, e riflettere il residuo, nella incapacità in cui si trovano di trasmetterlo. Ma invece la natura dei corpi diviene allora indifferente all'assorbimento, e quindi anche alla riflessione.

Il sig. Melloni fa invece, e pretende averlo appoggiato con esperienze, che tutti i corpi bianchi in genere, comunque siano diversi di natura, come la carta, la neve, il carbonato di piombo, assorbano in maggiore proporzione i raggi di basse temperature che di alte, le quali egli chiama *temperature d'incandescenza;* e fa quindi che disperdano in maggiore proporzione i raggi di queste, che di quelle. Deduce quindi, che i raggi di basse temperature abbiano qualità diverse da quelle dei raggi d'incandescenza: deduzione arbitraria, che non combina con la prima deduzione tratta nel caso dei corpi trasmittenti.

Ecco ancora confuse le quantità con ignote indefinibili qualità. Ma quando si trattava di corpi trasmittenti, le pretese qualità diverse dipendevano non dai gradi di temperatura, ma dalla diversa natura delle sorgenti. Che i raggi di maggiore temperatura siano in maggior copia trasmessi e più rifrangibili dalla stessa sostanza, questo era noto; e fu poi imaginato dal sig. Melloni, nella citata Memoria del 1839, che per essere i raggi più trasmessi e più rifrangibili, fossero anche di diverse qualità, indipendentemente dalla natura della sorgente: il che fu un essenziale cambiamento del primo sistema.

D'onde si vede che da per tutto, ove si tratta di diverse intensità di raggi, ne ha dedotte diverse qualità ignote; ed è questo il perpetuo paralogismo di far divenire le varie quantità qualità diverse, co'l quale rende il sistema anche contraddittorio a sè stesso; e mentre poi fa che le diverse qualità vi siano anche ad intensità eguali.

Nell'altra Memoria del Novembre 1840, pag. 162, con cui attribuì ai corpi bianchi la proprietà di assorbire in maggiore proporzione i raggi di basse temperature, trasformando in qualità di raggi i gradi delle stesse temperature, avea parlato anche di riflessione; e nel 1841 parlò soltanto di difusione. Ma qual cosa è questa, senonchè una riflessione irregolare, o sia una moltitudine di riflessioni irregolari secondo le varie inclinazioni delle diverse parti di superficie? La teoría dell'Autore si trovò imbarrazzata a conciliare gli effetti di riflessione con quelli di difusione rispetto al calore. Secondo la Memoria del 1840, per la riflessione regolare di polite superficie era indifferente la natura dei raggi; o sia la riflessione regolare era la stessa per tutti. Era troppo assurdo, e contrario ai fatti cogniti, l'azzardare una predilezione di riflessione per alcune sorgenti di calore, co'l rifiuto di riflettere i raggi di altre sorgenti. Quindi bisognava accordare la indifferenza; e accordata la indifferenza per la riflessione regolare, ne veniva anche la indifferenza per l'assorbimento. Di conseguenza ne veniva anche la indifferenza per le riflessioni e per gli assorbimenti dei corpi a superficie scabre, perchè, come si è detto, queste riflettono irregolarmente rispetto al tutto, e rispetto ad ogni raggio incidente sopra una singola parte di superficie: riflessione che si chiama in tal caso *difusione,* perchè viene fatta per ogni verso.

Il Melloni accorda ai soli metalli la proprietà di difondere e di assorbire in proporzione costante i raggi calorifici di tutte le sorgenti; ma lo nega pe'i corpi bianchi di scabre superficie. Pe'i metalli intanto è accordato che non vi è scelta di qualità di raggi per l'assorbimento, contro il primo sistema, quando si trattava di corpi trasmittenti, che importava scelta di qualità di raggi per l'assorbimento, secondo la varia natura dei corpi: quindi il doppio sistema è contraddittorio a sè stesso, perchè ora la natura del corpo determina la qualità dell'assorbimento, ora la natura del corpo è indifferente per ogni qualità di assorbimento.

In quanto poi alla bianchezza dei corpi, ancora vi è contradizione nel sistema, quando la natura del corpo si fa essere indifferente per assorbimento di ogni qualità di raggi, e solo si fa dipendere la scelta dalla bianchezza di superficie.

Il sig. Melloni erasi impegnato nella *Bibliothèque Universelle*, Mai 1838, pag. 149, di dare spiegazione della più sollecita scomparsa della neve d'intorno e sotto le piante, di quello che allo scoperto, co'l principio: che i corpi bianchi assorbano in maggiore proporzione raggi di basse temperature, che raggi d'incandescenza. Gli fu risposto negli Annali del 1838, pag. 138 (vedi quì sopra a pag. 137): e fra le altre cose fu smentita la sua spiegazione co'l fatto, che quel fenomeno della neve dipende dalla luce dei raggi del Sole, e non dal solo calore. Indi con altra Memoria inserita nel Bim. III. 1841 degli Annali, pag. 114 (vedi quì sopra a pag. [illegible]) fu mostrato che lo stesso effetto avviene anche su l'erba corta d'intorno e sotto gli alberi, co'l suo diseccamento, a differenza dei luoghi scoperti: il che fu un altro argomento irrefragabile contro la spiegazione del Melloni, che facea dipendere l'effetto dalla bianchezza della neve. Impegnatosi in questa sua spiegazione, proclamò nella sua Memoria di Novembre 1840, che i corpi bianchi disperdono fortemente i raggi d'incandescenza, e debolmente quelli di basse temperature; o sia che assorbono in grande proporzione i secondi, e in piccola i primi. E lo stesso ripete anche nell'Articolo di cui trattasi, destinato alla nomenclatura.

Intanto il principio non sussiste riguardo alla neve come bianca, perchè risulta invece dai fatti, che il calore dei raggi del Sole, senza essere dalla luce accompagnato, non produce l'effetto; e perchè l'effetto analogo avviene su l'erba, ch'è verde.

Quando poi è accordato che nella riflessione non v'è scelta di raggi, e ch'è la stessa per tutte le sorgenti di calore; come introdurre la scelta nella dispersione, la quale non è altro che riflessione? Era questo un sommo imbarrazzo per la teoría di Melloni; ed ecco il rimedio imaginato: quello cioè di fare che la dispersione sia diversa dalla riflessione. Cosa è dunque, secondo lui, la dispersione? Questo è ciò ch'egli non sa dichiarare. Ci fa entrare una certa repulsione, che non definisce. Tal è il suo oscuro linguaggio nella citata Memoria, e presso a poco lo ritiene anche nell'Articolo relativo alla nomenclatura.

Con tali arbitrj di trasformare in ignote qualità le diverse quantità, o sia le diverse intensità di raggi di calore, l'Autore fa che i metalli siano bianchi rispetto al calore, e che i corpi di bianche superficie sieno colorati.

Riguardo poi al nero-fumo, questo lo fa nero anche rispetto al calore; cioè fa che assorba quasi per intiero i raggi di calore d'ogni sorgente, come fa di quelli della luce. E si noti ch'era necessario al suo sistema che il nero-fumo fosse privo d'ogni scelta di qualità e di quantità di raggi, perchè egli nelle sue sperienze copriva di nero-fumo la faccia della sua pila; e per istabilire forze elettive nelle sostanze poste in esperienza bisognava che niuna facoltà elettiva vi fosse alla faccia della pila.

Il sig. Melloni, che con tante supposizioni non solo precarie, ma anzi smentite, e con tante deduzioni arbitrarie, invece che legitime, si sforza di fare ammettere che il calore allo stato raggiante sia composto di raggi intrinsecamente eterogenei di qualità ignote diverse, e diversamente composto dagli ignoti elementi, ora secondo la varia natura delle sorgenti, ora invece secondo i diversi gradi di loro temperatura; cosa fa poi egli che sia il calore non-raggiante, e che pure in altri stati esiste e si riconosce, come allo stato latente, a costituire i corpi o liquidi o aeriformi; allo stato specifico nel determinare, in diverse sue quantità secondo i diversi corpi, un certo grado di temperatura; e allo stato di propagazione per conducibilità da alcune parti ad altre dei corpi? Se di elementi diversi fosse composto allo stato raggiante in cui trovasi dai corpi isolato, e mosso in virtù della sola forza repulsiva fra le sue parti, egualmente composto di parti eterogenee, sarebbe anche in quegli stati di giacenza nei corpi, e di combinazione con essi. Ma questa conseguenza necessaria del sistema è tanto assurda e inammissibile per sè stessa, che il sig. Melloni non ha osato proferirla; anzi non parla nè pure nelle sue Memorie nè del calore latente, nè del calore specifico, perchè era troppo imbarrazzante il parlarne co'l confronto del sistema. In quanto poi al calore manifesto delle temperature, che si propaga per conducibilità da parti a parti dei corpi, l'Autore è costretto a convenire nel suo ultimo Articolo, destinato alla nomenclatura di que' suoi sogni, che quel calore *possede una costituzione omogenea, e che due flussi calorifici di questo genere, dotati della stessa intensità, sono necessariamente identici*. Lo stesso sarà costretto ad ammettere, benchè non lo dica, riguardo al calore latente ed allo specifico. Ma stiamo pure a quanto egli espressamente confessa. Il calore esistente nei corpi, che passa da parte a parte, e che produce la loro elevazione di temperatura, secondo lui dunque è *omogeneo e necessariamente identico*. Ora quale differenza c'è dall'essere in quello stato di propagazione da parte a parte, per conducibilità, all'essere in istato raggiante? La sola differenza è di essere dentro o fuori dei corpi, di essere tratenuto o non tratenuto, di essere impri-

gionato in essi, o allo stato libero. E si noti, che quantunque si propaghi da parte a parte di un corpo, non cessa d'irraggiare. Anzi il calore che *aumenta la sua temperatura,* come dice il Melloni, vi entra anche per irraggiamento, massimamente se il corpo non è in contatto con la sorgente; e per irraggiamento ne esce, onde costituirsi in equilibrio con la temperatura dei corpi circostanti. Anzi si pretende che un continuo e mutuo irraggiamento costituisca in un recinto il così detto *equilibrio mobile* di temperatura. Secondo il Melloni, quel calore finchè esiste nei corpi è omogeneo, e quando ne esce allo stato raggiante è eterogeneo. Ecco una perfetta contradizione a cui egli è ridotto co'l suo sistema.

La contradizione svanisce quando, considerato il calore in sè stesso omogeneo, com'è di sua natura la forza dilatatrice dei corpi, si concepisce che, costituito allo stato raggiante, trasporti con sè particelle delle sostanze da cui esce, cangiando quel trasporto ne'suoi successivi passaggi da una sostanza all'altra; come fu trovato accadere con le scintille elettriche e co'i fulmini. Con tale concepimento si rende ragione dei primi fenomeni dal Melloni osservati nel caso delle trasmissioni, omettendo di parlare delle pretese sue ulteriori esperienze, destinate a raccapezzare il suo sistema prestabilito, riducendolo contradittorio alla sua prima forma, come si è veduto.

Per ultimo daremo un saggio a qual grado di errore conduca la ostinazione di voler far prevalere un sistema. Stava contro la ipotesi del sig. Melloni il fatto notorio, che i raggi di calore sieno vie più trasmessi dalle sostanze diafane, secondochè più alta è la temperatura della sorgente; e che siano anche più rifrangibili di quelli d'inferiori temperature. Stava ciò contro le sue ipotesi, perchè dalle quantità o sia intensità di calore raggiante, e non da sue qualità ignote, la trasmissione è dipendente. In forza di tal fatto l'Autore avea imaginata una distinzione tra facoltà elettiva di certe qualità di raggi per la trasmissione, ed un'altra facoltà di trasmettere una parte aliquota dell'irraggiamento. Chiamava la prima *diatermansía,* e la seconda *diatermaneità* (*Bibliothèque Universelle,* Août, 1839, pag. 384; e Septembre, pagina 156). Trovava quella distinzione tanto necessaria, che minacciava altrimenti grande confusione alla scienza o sia alla sua ipotesi, che per lui è la stessa cosa. In séguito nelle successive sue Memorie (*Bibliothèque Universelle,* Novembre 1840, pag. 165, e Décembre, pag. 374) non si è più veduta quella distinzione, ed è totalmente dimenticata anche nel suo ultimo Articolo, con cui propone la nomenclatura relativa alle sue chimere.

La maggiore trasmissione dei raggi calorifici secondo la elevazione di temperatura della sorgente, andando di pari passo con la maggiore rifrangibilità, egli vedeva nei raggi di alte temperature un'analogía co'i raggi violetti ed azurri della luce. Secondo il prefisso suo sistema, dovevano esservi raggi di calore analoghi ai raggi rossi ed ai vicini dello spettro prismatico, i quali fossero in conseguenza meno rifrangibili e più trasmissibili da certe sostanze. Si pose quindi in traccia di tali sostanze, che trasmettessero in maggiore proporzione i raggi sì di basse che di alte temperature. Tale ricerca lo ha tormentato per lungo tempo, com'egli si esprime; e finalmente ha creduto di trovare quella proprietà in una sola sostanza, cioè nel sal-gemma coperto di nero-fumo.

Si noti che, secondo lui, il sal-gemma trasmette quasi tutti i raggi di ogni sorgente, ed il nero-fumo quasi tutti li assorbe; cosicchè il sal-gemma coperto di nero-fumo dovrebbe operare come nudo: nè si vede come per una sovraposizione mecanica, senza cangiamento chimico, potesse il sal-gemma acquistare la singolare proprietà di prescegliere per la trasmissione i raggi delle basse temperature. Ma tant'è, l'Autore ha creduto di scoprirvela; e fu giulivo di avere finalmente resa completa l'analogía co'i colori della luce, trovando un corpo che più trasmetta i raggi meno rifrangibili, o sia di basse temperature.

Sarebbe però stato sempre un corpo solo, ed anche artifizialmente preparato; mentre tutti gli altri in grandissimo numero sperimentati continuano, per confessione dello stesso Melloni, a seguire la legge generale della maggiore trasmissione e della maggiore rifrazione, secondochè i raggi sono di più alte temperature. Ma si esamini, circa quella sua stravagante scoperta, la esperienza riferita nella *Bibliothèque Universelle,* Septembre 1839, pag. 167-171.

Egli presentò alla pila termo-elettrica le quattro solite sorgenti di calore, alle quali furono sempre confinate le sue sperienze, e che in nessun caso bastavano a stabilire leggi generali; cioè aqua bollente, un metallo riscaldato a 400°, il plátino incandescente, e la lampada Locatelli: ed ottenne con ciascuna la stessa deviazione del galvanometro di 33°. Ottenendo con ciascuna su la pila la stessa intensità di azione, necessariamente le distanze da quella delle diverse sorgenti erano diseguali: le più deboli erano più vicine; le più forti erano più lontane. Ciò fatto, interponeva fra le sorgenti di calore e la pila la lamina di sal-gemma coperta di nero-

fumo, addossandola in un luogo fisso, e notabilmente distante dalla pila, ad un' apertura fatta in un riparo metallico, il cui centro era collocato su la linea che univa la sorgente alla pila. Una Tavola presenta le deviazioni che per quella interposizione soffriva il galvanometro minori di 33°, e presenta inoltre in centesime parti le pretese quantità di calore incidente, dedotte da quelle deviazioni, in modo che risultano queste prossimamente proporzionali a quelle. È noto d'altronde che l'Autore suppone sempre erroneamente che le forze magnetiche deviatrici del galvanometro siano proporzionali alle impressioni calorifiche ricevute dalla pila. Ma questo ora qui si sorpassi, essendovi altri errori anche supponendo quella proporzionalità.

La Tavola mostra che le deviazioni del galvanometro erano maggiori a misura che la sorgente era di bassa temperatura. Così le maggiori deviazioni furono quelle ottenute con l'aqua bollente. Co'l metallo a 400° le deviazioni furono maggiori che co'l plátino incandescente e con la lampada Locatelli; e quelle ottenute co'l plátino furono maggiori che con la lampada. Si vede poi evidentemente dalla stessa Tavola, che nel ridurre a centesime parti del calore incidente le deviazioni ottenute, l'Autore ha supposto che il calore incidente su la lamina di sal-gemma coperta di nero-fumo, e procedente dalle varie sorgenti, fosse di quantità costante: il che è un errore, come si vedrà quì sotto.

Egli ha concluso dalla sua Tavola, che *il nero-fumo combinato co'l sal-gemma forma realmente un sistema tanto più permeabile al calore, secondochè l'irraggiamento proviene da una sorgente di più bassa temperatura.*

Perchè la conseguenza fosse legitima, converrebbe che fosse costante la intensità dei raggi procedenti dalle varie sorgenti, e cadenti su la lamina di sal-gemma, come ha supposto l'Autore con la sua Tavola nel ridurre a centesime parti della quantità incidente le deviazioni del galvanometro. Si vede chiaramente aver egli creduto che per avere ridotta costante la intensità dei raggi cadenti su la pila, quando non vi era di mezzo il sal-gemma, facendo che producessero sempre la deviazione di 33°, fosse costante anche la intensità dei raggi che poscia cadevano su la lamina interposta.

Le circostanze esposte delle sue sperienze sono tali, ch'escludono l'uso di uno specchio parabolico, che rendesse paralleli i raggi; e infatti l'Autore non dice di averlo adoperato.

L'errore di quella sua supposizione si rende evidente con un semplice calcolo.

Siano $F$ la fiamma della lampada Locatelli; $M$ un metallo riscaldato a 400°; $P$ la pila termo-elettrica; ed $L$ la lamina di sal-gemma coperto di nero-fumo, interposta fra ciascuna sorgente e la pila; e siano tutte queste cose collocate in linea retta.

Le distanze della pila dalla fiamma e dal metallo sono talmente regolate, che i raggi giungendo alla pila hanno la stessa intensità di deviare il galvanometro di 33°. Il metallo essendo di temperatura inferiore a quella della fiamma, dev'essere quindi più vicino alla pila; e la distanza dalla pila della lamina $L$, interposta fra la pila e le due sorgenti, è minore delle altre due.

Dicasi $a$ la intensità dei raggi che giungono alla pila senza niente di mezzo, e che producono la deviazione di 33°; dicasi $b$ la intensità in $L$ dei raggi della sorgente $F$; e dicasi $d$ la intensità in $L$ dei raggi della sorgente $M$. Co'l principio, che le intensità dei raggi decrescono in ragione inversa dei quadrati delle distanze, si avrà:

$$b = \frac{a.FP^2}{FL^2};\ d = \frac{a.MP^2}{ML^2}.$$

D'onde il rapporto:

$$b:d = ML^2.FP^2 : MP^2.FL^2,$$

il quale si riduce al seguente:

$$b:d = ML^2.FP^2 : (ML.FP + LP.FM)^2;$$

oppure invece:

$$b:d = FP^2 : \left(FP + \frac{LP.FM}{ML}\right)^2$$

Quindi $d > b$. D'onde questo teorema:

*Se i raggi di due sorgenti di calore $F$, $M$, giunti ad un dato luogo $P$, hanno la stessa intensità; in altro luogo $L$, intermedio fra il luogo $P$ e le due sorgenti, sono più intensi i raggi della sorgente più vicina $M$, che quelli della più lontana $F$.*

Siccome la sorgente più vicina *M,* che manda al luogo *P* raggi eguali d'intensità a quelli della più lontana *F,* è necessariamente una sorgente più debole, o sia di minore temperatura, il teorema spiega la causa per cui al luogo *L* erano maggiori, secondo la Tavola del Melloni, le trasmissioni dei raggi di sorgenti più deboli. A lui apparve invece che la maggiore trasmissione dei raggi di basse temperature al luogo intermedio *L* fosse opera della lamina di sal-gemma affumicato ivi collocata; ed invece le maggiori trasmissioni in *L* dei raggi di deboli sorgenti erano effetti delle maggiori intensità che avevano in quel luogo per la minore distanza dalla pila, in confronto dei raggi di sorgenti più elevate, ma più lontane dalla pila, come il calcolo incontrastabilmente lo dimostra.

In quanto poi ad altre pretese sperienze per convalidare quell'erroneo principio in favore del sistema, sarà facile giudicarne con quel teorema.

In somma l'Autore non ha tenuto conto delle intensità relative dei raggi di diverse sorgenti al luogo della trasmissione; anzi con la sua Tavola di riduzione dei raggi trasmessi in centesime parti dei raggi incidenti ha supposta per tutti al luogo della trasmissione una intensità comune: il che è dimostrato falso. Il suo sistema ipotetico rimane dunque convinto di errore anche con gli stessi mezzi che ha usato per sostenerlo.

Del resto, sono tanti gli argomenti che lo dimostrano non solo precario, ma anche assurdo, sviluppati in questa e nelle precedenti Memorie degli Annali, che v'è un'abondanza di ragioni per rifiutarlo non minore della quantità di sforzi usati per farlo adottare.

Il sig. Melloni doveva proseguire le sue indagini sperimentali senza impegnarsi in sistemi precoci di spiegazione; dovea classificarle, ed aspettare che le cause dei fenomeni fossero svelate dalle stesse osservazioni. In questo modo avrebbe fatta avanzare la scienza; ma con chimeriche supposizioni, che risultano poi anche false, in luogo di farla avanzare si fa retrocedere.

Sia pure che i Commissarj dell'Academia di Parigi abbiano in un certo modo favorite le sue imaginazioni, mentre da un altro lato vollero da sè medesimi creare un sistema, alquanto diverso dal suo, di flusso calorifico.

A ciò si risponde, che quell'autorità non impone alla ragione, e che noi non riconosciamo nè l'Academia di Parigi, nè i suoi Commissarj per legislatori della scienza.

## FINE

# PROSPETTO DELLE MATERIE
## CONTENUTE IN QUESTO VOLUME